

А. ГАНГНУС
РИТМЫ
НАШЕГО
МИРА

А. ГАНГНУС

РИТМЫ
НАШЕГО
МИРА



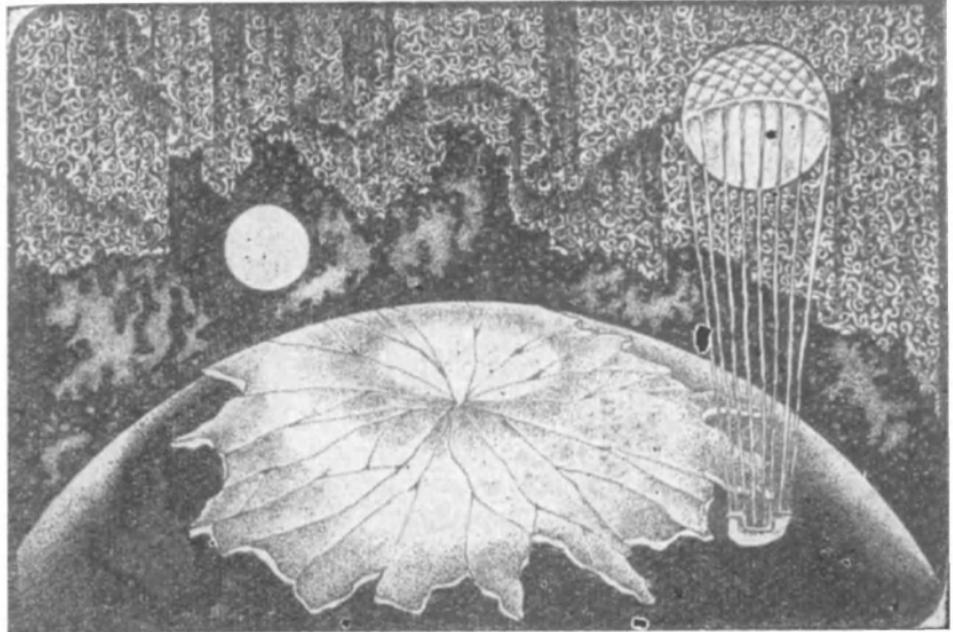
(О ЦИКЛИЧНОСТИ
ПРИРОДНЫХ
ПРОЦЕССОВ)

Издательство «Мысль»
Москва 1971

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Послесловие доктора географических наук
А. В. ШНИТНИКОВА*

Художник А. Г. Антонов



Вместо пролога. Навстречу северной Авроры

Эта глава — первая в какой-то мере случайно. Хотя и не совсем. Просто замысел этой книги родился в поездке на Север, которую я совершил по заданию редакции журнала «Знание — сила».

Долгие разговоры на полярной станции, в Якутском филиале Сибирского отделения АН СССР вертелись вокруг полярных сияний. Но часто разговор уходил в смежные проблемы, в сложную ритмику природных процессов нашего мира. Геологические, климатологические ритмы легко и непринужденно ложились рядом с солнечными, космическими и геофизическими, образуя своеобразный спектр волн, которые баюкают нашу Землю. Правда, эта легкость часто оказывалась мнимой...

Но сначала были полярные сияния. И «перекладные» Москва — Якутск — Тикси. Хотя и это было потом. В этой книге история о полярных сияниях начнется с небольшого письма, которое получил в одно прекрасное утро тихий, скромный человек, старший научный сотрудник одного якутского института.

Якутск

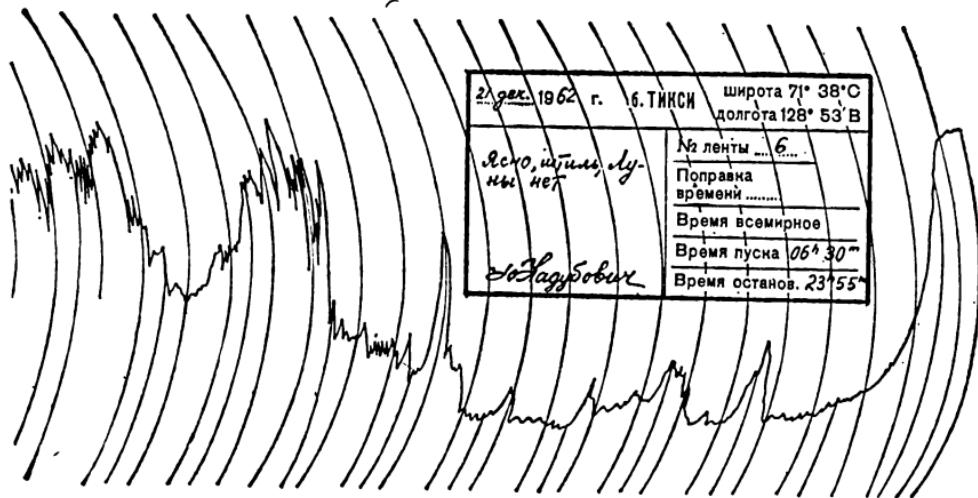
Институт космофизики и аэрономии Якутского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР

Ю. А. Надубовичу

Дорогой Юлий Аркадьевич!

Не могу не поделиться с Вами, как со старшим товарищем и научным руководителем, обстоятельствами, странными и труднообъяснимыми с точки зрения общепринятой теории полярных сияний.

5 октября в 16 часов по мировому времени — а в это время было как раз мое дежурство — самописец нашего фотометра вдруг начал рисовать резкое возрастание светового потока.



Дрожит, поскрипывает перо самописца в фотометре — приборе, регистрирующем на движущейся ленте все колебания силы полярного сияния

Стрелка мгновенно дошла до края шкалы и буквально впилась в нее. Я переключила аппарат на меньшее усиление и взглянула в окно: представляете, там было темно! Никакой Луны, ничего... Снова посмотрела на фотометр: стрелка уже успела, снова прочертив резкое возрастание, еще раз упереться в край шкалы. Я выбежала на крыльцо.

И не увидела на небе ни одного лучика полярного сияния! Это было просто ужасно. Что за невидимое излучение принимал прибор? Я вернулась в дом. И снова была поражена, хотя больше, казалось бы, некуда. Приемник, только что мурлыкавший какую-то легкомысленную песенку, вдруг замолчал, будто намереваясь произнести что-то очень важное. Быстро пробежала весь диапазон — полное молчание. Ни шороха, ни свиста!

Можете себе представить, Юлий Аркадьевич, мое состояние! Я накинула шубу и опять выбежала на улицу... И тут я увидела... Но лучше по порядку. Сначала было несколько зеленых дужек. Сияние балла на три. Потом появились красные и желтоватые лучи. Они сложились в кайму. А эта кайма заколыхалась, будто от ветра, и ее очертания сложились... Вы, наверное, не поверите, но на небе появилось Лицо!

Я, конечно, не могу сказать, что это было Ваше или мое лицо, мужское или женское и вообще чье бы то ни было конкретно. Это было какое-то невероятно чуждое и в то же время чем-то знакомое прекрасное Лицо. Как будто сложенное из сверкающих камней, оно смотрело на меня звездными глазами и что-то говорило. Да, говорило. Так как сзади я услышала из домика нечеловеческое грохотанье включенного приемника! Открыв дверь, я уловила только последние слова: «До скорого свидания». И все. Небо потухло. Приемник завыл: «Любовь — кольцо, а у кольца...»

Рада была бы подтвердить свой правдивый рассказ отснятыми кадрами, но — увы! — я, оказывается, забыла снять с объектива нашего треножника колпачок, что не удивительно после трех ночей непрерывного дежурства (сменщик-то мой болел).

Надеюсь, все сказанное убедит Вас наконец в том, насколько необходим нам третий наблюдатель на полярные сияния. Иначе мы во время наших дежурств еще и не то увидим.

С уважением,

Валентина Дмитренко,
Тикси, станция МГГ,
10 октября 1967 года

Это — песня. Одна из тех, что здесь, в поселке тиксинских космофизиков, исполняются долгими полярными вечерами за чашкой, вернее, огромной эмалированной кружкой кофе. За окном пурга, и не твое сейчас дежурство, и приятно, рассевшись на гремящих пружинами койках, петь под гитару про то, что надо кому-то дежурить на этой Земле.

А дежурить действительно надо. В этом, собственно, если говорить высоким стилем, главное предназначение геофизической станции Тикси. Для одних это дежурство — три года по договору, для других — десять, двадцать лет жизни. Кончается один договорный срок, начинается другой. А уехать из «Тиксиленда» трудно, почти невозможно.

Ну, во-первых, охота, рыбалка — где такое найдешь. И много раз описанное «северное притяжение». Тесное товарищество перед лицом далеко еще не покоренной здесь природы. И работа.

Тиксиленд бесхитростен. Это — рыжая тундра, плитки сланца, гремящие под ногами. Клочок голубеющего, чернеющего, белеющего — в зависимости от погоды и сезона — океана между сопок, равнина со сверкающими блюдцами озер.

Это — столица Арктики, город Тикси. От него до научной станции — 5 километров. Там — Великий Северный морской путь, магазины, а главное, почта, откуда вездеход каждый день привозит письма с Большой Земли. И еще — кинофильмы, которые тоже привозят каждый день и крутят в коридоре самого большого из домиков станции.

А смысл Тиксиленда — в полярных сияниях. Именно ради них, холодных ночных зорь Арктики (впрочем, не таких уж холодных, но об этом потом), и всех связанных с ними геофизических и космофизических явлений и стоит здесь эта станция, созданная во время Международного геофизического года. Тикси расположен на северном кольце наибольшей частоты полярных сияний.

Я летел в Тиксиленд не с пустыми руками. Юлий Аркадьевич Надубович, тот самый адресат шутливого письма Вали Дмитренко, позаботился, чтобы мой рейс не был порожним. Нагрузил двумя нетяжелыми, но громоздкими коробками с трубками-кинескопами для тиксинского радиолокатора. Трубы, как ни странно, доехали благополучно. И тем самым я сра-

зу удостоился теплого расположения Миши Успенского — молодого кандидата наук, радиолокаторного мага.

В домике, который поделили между собой локаторщики и ионосферщики, я застал полный разгром: детали, проводки, инструменты шелестели под ногами на разостланных газетах. Шла большая перестройка, но приборы работали. За окном вертелась громадная антenna, по экрану локатора бегал светлый лучик, но он ничего не выхватывал из пустоты — сияния не было.

Переделка шла чуть ли не «по всему фронту» — Миша приспособливал обычный аэродромный локатор специально для полярных сияний. Правда, авиационная точность и быстрота обзора будут отчасти потеряны, но зато выигрыш в чувствительности — на один порядок.

Многие «авроральные» явления стали известны с помощью радио. Обычный приемник может это продемонстрировать: полное молчание на всех диапазонах после сильных сияний (в шутке Вали Дмитренко есть реальная основа). С сияниями связаны различные возмущения в ионосфере, сгущения и разрежения в этом электрическом небе нашей планеты, которые рассеивают короткие, средние и длинные волны. Зато они же делают возможным сверхдальний прием телевизионных передач: отражают ультракороткие волны, обычно проходящие атмосферу навылет.

Полярные сияния сияют в радиодиапазоне не хуже, чем в видимых лучах. А может быть, и ярче. Именно радио не так давно обнаружило, что полярные сияния происходят и днем. Благодаря радио не прекращается работа «аврорщиков» и в пасмурную погоду, и при яркой Луне.

У радиоаппаратуры геофизической станции есть свое разделение труда. Локатор щупает само сияние. Ионосферная станция — ионосферу. Она посыпает импульсы только вверх, зато во всем диапазоне частот.

— Хорошо это или плохо — такое распределение обязанностей?

— И хорошо, и плохо. Хорошо, потому что разные способы наблюдений — полней картина. И плохо в то же время. Локатор — подвижный и чувствительный инструмент. Сейчас он только щупает. А ведь он, его приемная часть, может и «слушать» разговор самого сияния, излучающего радиоволны. Он будет работать при этом «в пассивном режиме», как приемник с направленной антенной. Возможно, он услышит что-то такое, чего теперешнее разделение труда не охватывает. Или ионо-

сферная станция. Она говорит о состоянии ионосферы только в одной точке неба — в зените. А самые интересные вещи происходят ближе к горизонту — там, на севере, где больше всего сияний. Значит, если бы станцию можно было наклонять, двигать, то есть приблизить по устройству к локатору — понимаешь? — это был бы новый выигрыш в информации...

Я старательно вникал в технические тонкости, и давалось это мне не особенно легко. Миша верит во всемогущество радиотехники и надеется выжить из нее все. Для чего? Чтобы открыть что-то новое, стереть белое пятно? Конечно, нет. Об этом даже неудобно спрашивать. Неуместно.

Здесь, на таких вот станциях наблюдений, обычно не совершают открытий. Открытия, какие-то новые решения приходят обычно там, в больших городах, мировых научных центрах, к людям, перед которыми в лучшем случае лежат кипы магнитограмм, фотографий, таблиц с десятков таких станций, разбросанных по всему миру. А чаще процесс обезлички информации заходит еще дальше. Между ученым-теоретиком и практиками встают еще электронно-вычислительные машины.

И все же, когда Миша Успенский, кандидат технических наук, в каком-то лихорадочном азарте спешит еще на йоту улучшить вроде бы малозначительную деталь во всемирной системе службы наблюдения, он участвует в едином творческом научном процессе. И разгадка тайны полярных сияний, когда она станет наконец фактом, будет в какой-то мере и его заслугой. Они, сияния, так обыдены здесь, в Тикси. И так странно, что о них известно много, а неясно — все.

Я понимал все эти вещи и раньше, но это мое понимание, сухое, книжное, как-то совершенно перевернулось, стало абсолютно другим, после того как я увидел все сам, воочию — беззвучную цветомузыку над черными сопками тундры.

Беззвучную?

Перед вылетом в Тикси я сидел и листал в Ленинской библиотеке литературу. Видный американский аврорщик О'Брайен уверяет: сияние звучит. Не менее видный его коллега англичанин Сидней Чепмен возражает: ничего подобного. Юлий Аркадьевич Надубович любит рассказывать, что он не раз видел, как собаки при особо ярких вспышках настороживают уши.

Среди обитателей Тиксиленда то же самое. Одни верят в звук, даже слышали какой-то треск, другие — нет.

Говорят, где-то в мозгу нервные импульсы от слухового аппарата и от глаз могут как-то влиять друг на друга. И наблю-

дателю кажется, что он что-то слышит в мертвой тишине полярной ночи при особо ярких вспышках на небе. Возможно, это и так. (Забегая вперед, скажу, что мне хотелось услышать какие-то звуки, когда я смотрел на цветовые аккорды сияния. Но это было бы невозможно, даже если бы сияние специально ради меня исполнило какое-нибудь небольшое скерцо: та-рахтел на всю тундру дизель электростанции.)

Но даже если бы сияния грохотали там, наверху, подобно грозам, звуки не достигли бы земной поверхности. Вспомним: громоподобный голос реактивного самолета из стратосферы не слышен. А скрипит под воздействием сияния что-то расположеннное совсем рядом с наблюдателем.

Может быть, электрические токи, текущие в ионосфере в районах полярных сияний, электризуют и заставляют колебаться кристаллы снега или частицы горных пород? И эти кристаллы или частицы трутся друг о друга — отсюда и скрип?

Может быть...

— Будет сияние? — спросил я Валю Дмитренко в первый же день по приезде в Тиксиленд. — Представляете, столько лететь — и не увидеть.

Валя — украинка, выпускница Киевского университета, два года как окончила и здесь по распределению. Сама напросилась. Еще на втором курсе решила — в Тикси.

— Луч света в темном царстве полярной ночи, — представил мне ее начальник станции Самсонов, — сияниями командует.

«Луч света» обещала мне «все устроить».

— Для гостя уж какое ни на есть завалящее сияние найдется.

Валя — особа насмешливая и в то же время строгая. Сияние она мне-таки устроила, и совсем не завалящее: по четвертому баллу представление, а их и всего четыре на шкале интенсивности. Признаюсь, один момент я готов был поверить, что Валя в самом деле его устроила, — до того это было кстати. Колдовство, да и только... Отвлекаюсь, но к слову: что-то есть в Тиксиленде располагающее к разговорам о всяких «иррациональностях» типа телепатии, летающих тарелок и блюдечек и прочего. Недалеко отсюда то озеро, где опьяненный тундрой геологглядел несколько лет назад немыслимое чудище — ближайшего, как говорили, родственника знаменитого ящера из шотландского озера Лох-Несс. И пошла писать гу-

берния. И не только губерния — до центральных журналов и молодежных газет дело дошло. Гипноз, исходящий от этих сопок и озер, поразил многих: десятки физиков и лириков сорвались со своих мест и ухлопали все свои сбережения на бросок в Тиксиленд. И вряд ли кто пожалел о поездке. «Зверя может и не быть, но что-то тут такое есть», — думали, вероятно, пилигримы, уезжая восвояси по окончании быстротечных отпускных дней.

Я жил неделю среди этих сопок и шагал по черному льду тундровых озер. Мне повезло — такой погоды, какая была в мой приезд, как принято говорить, старожилы не упомнят. Неделя солнца, несильного по якутским понятиям мороза (до 25) и безветрия.

Океан был покрыт льдом, но таким прозрачным и голубым, что издали походил на теплое штилевое Азовское море — так и тянуло на пляж.

Ребята играли в «айсбол» — футбол на льду, излюбленный вид спорта мужчин Тиксиленда. Лед был прозрачный до невидимости, так что, казалось, идешь прямо по воде, как посуху. Внизу плавали какие-то рыбки, жучки-плавунцы. Каждая галька на дне озера виднелась выпукло и ясно.

Идешь по льду, а из-за изгиба длинного извилистого берега несется навстречу протяжный чистый звук — странный, я слышал что-то такое в радиопередаче по мотивам какой-то фантастической повести. Все очень просто: взаимодействие твоего веса, где-то невидимо треснувшего льда и резонатора — слоя озерной воды. И еще эхо в сопках.

Просто, но почему-то в других местах я такой музыки не слыхал.

Так вот, о сиянии. Оно было «подано», как и обещала Валя, в 23 часа в день моего приезда в Тикси.

Все было не так, как в шутливом письме Вали к ее научному руководителю. Не было, разумеется, никакого «Лица» и невидимого излучения. Все было обыкновенно. Сотрудники шли по своим делам, удостоив сияющую в небе гардину беглым, констатирующим взглядом. Но я стоял, стоял, пока не продрог.

Оно сияло, изгибаясь широкой лентой, отраженной в полированной поверхности замершего озера. Сначала сияние было ровным, спокойным. Но постепенно равномерность блеска нарушилась. Вертикальные складки небесной шторы будто нали-

вались яркостью. И вот они уже как столбы, как лучи гигантских прожекторов, упершиеся в космос.

Нижняя кромка занавеси заколыхалась, словно потревоженная сквозняком, по ней побежали на запад волны. Затем на какой-то миг все застыло в поразительной четкости. Вертикальные лучи, световые пятна и волны. И вдруг вся картина, занявшая полнеба разом, стала приближаться, наплывать, как бы втягивая в самую свою глубину. Иллюзия была такова, что меня даже качнуло — тело рефлекторно подалось назад...

Четкость изображения нарушилась, но ненадолго. Две секунды «не в фокусе» — и вот на небосводе уже совершенно новый узор.

Что за случайное сцепление закономерностей или, если угодно, закономерное сцепление случайностей создало этот гигантский природный телевизор? Экран его — земная ионосфера, источник электронного луча — Солнце, электронно-лучевая трубка — растянутый под давлением солнечного ветра длинный хвост, земная магнитосфера... Изображение в этом телевизоре не очень сюжетно, зато оно объемно, красочно и бесконечно многообразно.

Правда, в этом многообразии есть свои излюбленные мотивы, свои закономерности в смене «пейзажей», ритмы. Это не случайно: в основе явления полярных сияний — строгие, хотя и не до конца познанные физические взаимосвязи. Ритмы «солнечной погоды» играют здесь решающую роль. Но в целом клубок всех взаимосвязей еще далеко не распутан...

Есть у ученых из самых разных областей точного знания любимое (а справедливости ради, и необходимое) словечко — корреляция. Это — полное или частичное совпадение в ходе двух или нескольких явлений во времени или в пространстве. Скажем, появление на небе Луны и приливы в океане. Ритмы этих явлений совпадают. Иначе говоря, между ними почти полная корреляция. Говоря точно, она почти равна единице. Ее заметили очень давно и, естественно, заподозрили, что это неспроста. Так родилось открытие.

Но корреляция — вещь каверзная. Случай и капризы статистики вмешиваются и подчас путают карты.

Американский ученый Кинсмен, человек остроумный и язвительный, как-то в научном споре прибег к жестокому, но поучительному приему. Его оппонент обнаружил положительную корреляцию (0,65) между числом айсбергов в северной части Атлантики за 10 лет и аномалиями, отклонениями среднемесячной июльской температуры за те же годы в Киуэсте

(Флорида). Статьей своей он доказывал зависимость климата Флориды от айсбергов Атлантики. Такая зависимость, возможно, есть и на самом деле. Но Кинсмен подверг сомнению сам способ доказательства, использованный его противником. Он подсчитал корреляцию между тем же числом айсбергов за 10 лет и... числом запятых в труде своего противника на 10 страницах подряд. Корреляция получилась 0,81. «Это значительно лучше, чем 0,65,— пишет Кинсмен,— однако никто не станет утверждать, что запятые являются причиной появления айсбергов».

В истории изучения полярных сияний немало «открытий» пало жертвой «айсберг-эффекта». К слову, именно осторожность ученых, хорошо знакомых с этим эффектом, удерживает многих из них от признания иных ритмов нашего мира. Особенно подозрительными считаются корреляции между ритмами земными и космическими. (А ведь эта книга — именно о природных ритмах и их взаимосвязях! Поэтому там, где автор, увлекшись, забудет проставить осторожные слова «вероятно», «по мнению», «не исключено», пусть читатель делает такие поправки сам. Ибо писать о ритмах пока означает писать о гипотезах.)

Правда, многие корреляции бесспорны. Изменение солнечной активности — порывы солнечного ветра — геомагнитные возмущения — нарушения радиосвязи — усиление атмосферных и земных токов. (Бывает, в кабелях телефонной связи во время сияний наводится такой ток, что перегорают предохранители.) Поэтому солнечные ритмы, достаточно уверенно обнаруженные (27-дневный, 11-летний), прослеживаются и на магнитограммах, и в донесениях межпланетных станций, и в дневниках наблюдателей полярных сияний.

Температура... Когда пробовали запускать ракеты в самосияние, почти всегда оказывалось, что температура там в несколько раз выше, чем рядом, в несияющей области ионосфера. Вот почему эпитет «холодные зори» сияниям не совсем подходит. В какой-то степени сияния разогревают полярные области...

И все же аврорщики, если уж они высказываются, делятся своими предположениями с величайшей осторожностью. Особенно много темных мест в близкой к нам части механизма Солнце — Земля, в магнитосфере нашей планеты. Где-то здесь, вероятно, и спрятан источник загадочно большой энергии электронов, вызывающих сияние,— до 10 килоэлектрон-вольт. Таких энергичных электронов Солнце не испускает. Только

подлетая к Земле совсем близко, слабосильный солнечный электрон получает какой-то мощный импульс. Энергия его возрастает в сотни раз. И тогда он пробивается сквозь броню силовых линий геомагнитного поля, а пробившись, выходит на рубеж, откуда может достичь ионосферы, заставить ее светиться.

Балок геомагнитолога станции Юрия Ромашенко вынесен несколько в сторону, на пригород между двумя озерами. Сам Юра идет туда, вытряхнув из карманов все железное. Допросил он с пристрастием и меня, но в моих карманах ничего железного не оказалось.

Весь балок — дощатый домик, вагончик — сам по себе прибор, внутрь которого не должно попасть ни лучика света. Поэтому входить туда надо через специальный «шлюз», тамбур, сначала заперев за собой внешнюю дверь, а потом, в полной уже темноте, открыв внутреннюю. Здесь через комнату двойной путь совершают тонкие, как иглы, лучи света. Отражаясь от зеркальца, колеблющегося под действием переменного магнитного поля Земли, каждый луч рисует свою кривую на движущейся ленте фотобумаги. Три луча, три «составляющие» магнитного поля Земли... Его напряженность, то есть сила земного магнита, и два направления на полюс — по горизонтали и по вертикали.

Все изменения конфигурации и силы земного магнита записаны здесь. Пики и падения на магнитограмме отражают процессы, происходящие в далеком и близком космосе. Ибо Земля — как паук, раскинувший в пространстве чувствительные силовые линии своего магнитного поля.

Пульт управления балком — в том же домике, где дежурят наблюдатели полярных сияний. Отсюда Юра пускает и останавливает ленты своих приборов, калибрует датчики, то есть задает эталонный строго определенный импульс. Этот импульс виден в начале каждой магнитограммы, по нему судят об импульсах естественных.

На стене — гитара. Это под нее вчера пелось, что кто-то должен на Земле дежурить. Юра пришел в геофизику из физики. От ускорителей рукотворных — к естественному ускорителю частиц земной магнитосферы.

У Юры математический склад ума. От объяснений «на пальцах» он все время переходит к формулам. Напишет на клочке бумаги и смотрит победоносно: теперь-то уж мне все

должно быть ясно. Но в общем в таком подходе было что-то подкупающее логичное. Сложный механизм раскладывался на основные элементы.

Рассказ Юры

— Представь: рой заряженных частиц подлетает к Земле от Солнца. Частица, попадая в зону действия магнита, начинает двигаться вдоль силовой линии магнитного поля. При этом она стремится все делать «по правилам». Например, она вращается вокруг силовой линии с тем большим радиусом, размахом, чем меньше напряженность поля в этом месте.

Что из этого получается? Частица по спирали движется к концу силовой линии. Чем ближе полюс, тем больше напряженность поля, тем меньше радиус спирали и соответственно короче ее «шаг». В какой-то точке этот шаг превращается в нуль и меняет направление: частица раскручивает спираль обратно.

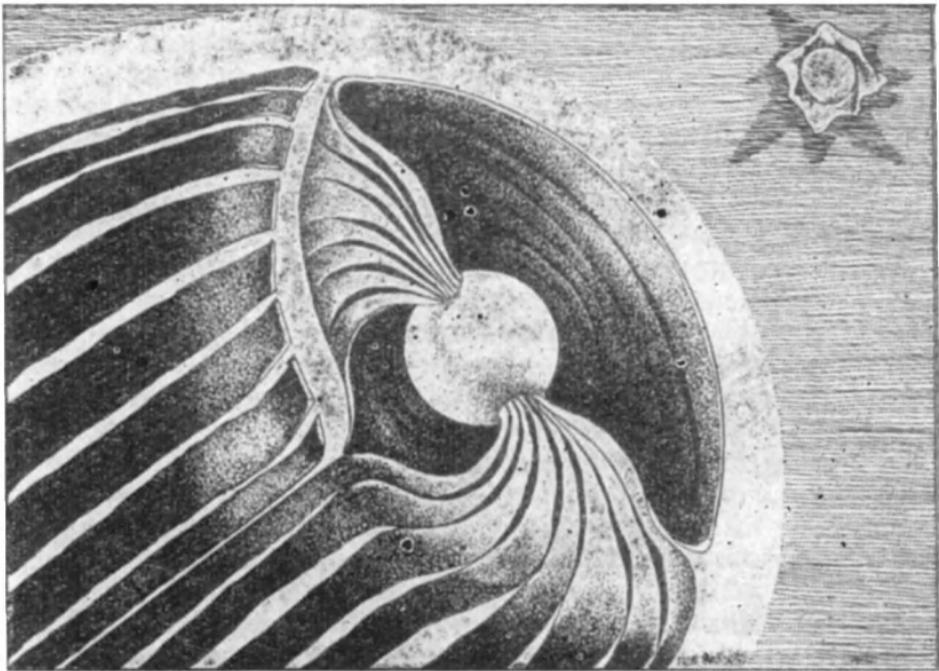
Частица в плену — мечется между двумя полюсами. Масса таких плененных частиц и создает радиационные поясы, иначе — внутреннюю, регулярную магнитосферу Земли.

(...Примерно здесь я вставил в Юрин рассказ замечание, что об этом правиле я слышал и считал раньше, что оно почти все объясняет.

Но если бы только я так считал! В конце 1961 года мне, тогда члену литературного объединения при журнале «Техника — молодежи», пришлось интервьюировать старейшего авторщика, директора Института земного магнетизма и распространения радиоволн (ИЗМИРАН) Николая Васильевича Пушкина. Интервью, появившееся в журнале несколько месяцев спустя, было озаглавлено борзо и с какой-то безапелляционной окончательностью: «Так как же он работает, земной магнит?» Заголовок мне не нравился и был придуман не мной и уж, конечно, не Пушкиным, но в общем отражал тон беседы.

Тогда казалось, что разгадка механизма полярных сияний близка.

Помню, я привел тогда Николая Васильевича, человека с тихим голосом и кроткой манерой обращения, в некоторое замешательство своим «технико-молодежным» задором. Ввалился к нему с громоздкой амуницией, заставлял вздрагивать и мигать на вспышки блица. Тогда мне казалось, что «брать» ученого репортер должен именно так — напористо, в буквальном смысле с огоньком.



Солнечный ветер, взаимодействуя с магнитосферой Земли, рождает фронт ударной волны. Часть силовых линий разрывается и вытягивается в хвост. Из-за этого магнитосфера делится на регулярную (линии замкнуты) и нерегулярную. Там, где граница между регулярной и нерегулярной магнитосферой пересекается с ионосферой (это два узких кольца вокруг полюсов), частота полярных сияний наибольшая. Из-за вращения планеты вся эта сложная пространственная фигура все время перестраивается. По мнению некоторых ученых, энергия вращения Земли частично тратится на приздание нужной энергии электронам, вызывающим сияния

Николай Васильевич вынес все и даже успел рассказать массу интересных вещей.

В то время считали так. Радиационные пояса Земли (они были тогда только что открыты) подтверждают верность правил поведения электрически заряженных частиц в магнитном поле Земли, правил, выведенных в начале века норвежцем Штермером. Плененные частицы накапливаются в радиационных поясах Земли, бегая взад-вперед по силовым линиям между полюсами. Но в какой-то момент, например после вспышек на Солнце, силовая линия уже не в состоянии удержать возросшее число частиц. Они высыпаются из радиационных поясов обильным дождем и гибнут, порождая полярные сияния.

С тех пор как мы беседовали с Пушкиным, прошло не так уж много времени. И все оказалось не так. Но вернемся к рассказу Юры.)

— Сияния скорее рождаются как раз там, где классические правила не действуют,— в магнитосфере внешней, нерегулярной. Ты знаешь, это длинный хвост разорванных напором «солнечного ветра» силовых линий, исчезающий где-то в космосе с ночной стороны Земли.

Какие линии разрываются в первую очередь? Ясно, не внутренние, идущие над самой поверхностью Земли, а внешние, уходящие своей дугой достаточно далеко в космос. Ну, а внешние линии — это понятно — привязаны к полярным областям. Именно поэтому полярные сияния — полярные. Но заметь, сияет не вся полярная шапка, а четко очерченное кольцо по ее краю. Мы здесь как раз на этом кольце. Причем нетрудно посчитать, что кольцо идет как раз по кругу, критическому для силовых линий земного магнита. Ближе к полюсу все силовые линии уже настолько внешние, что почти всегда разорваны и вытянуты в хвост, в нерегулярную магнитосферу. Южнее, наоборот, все линии обычно замкнуты. И именно здесь, на этой критической границе, происходит противоборство различных сил, вызывающих в конечном счете сияния.

Сила солнечного ветра борется здесь с противодействующей ей собственной упругостью магнитосферы. Третья сила — вращение Земли. Из-за этого вращения какая-то часть силовых линий то попадает в регулярную магнитосферу, то разрывается, чтобы вытянуться в хвост.

Непрерывная перестройка всего этого громоздкого сооружения с тремя его основными силами и может оказаться тем перекачивающим энергию механизмом, который ускоряет солнечные электроны...

(Здесь я вынужден окончательно прервать рассказ Юры, который, несмотря на все мои вздохи и мольбы, погрузился далее в море формул, приговаривая время от времени: «Ты только посмотри, как это просто!»)

Если идти в Тиксиленд от моря по щебнистой дороге, то полуденное Солнце будет бить прямо в глаза, отсвечивая к тому же в замерзших озерах, озерах и лужах тундры. Первым на пути будет домик ионосферщиков. Около него лежит на морозе кем-то подстреленный дикий гусь — экзотика для «европейца». Гусь ждет, пока Наташа Пивоварова, единствен-

ная женщина в этом «предместье» Тиксиленда, захочет заняться хозяйством. Ему еще долго ждать. Все едят в общей столовой. Там готовят вкусно, и от самостоятельного куховарения научные сотрудники отвыкают прочно.

Потом, шагов через двести,— ядро поселка, центр его «деловой и культурной жизни». Маленькая электростанция, гараж, два солидных жилых дома, в одном из которых мне предоставили комнату какого-то отпускника. В этом же доме, кстати, и столовая, и кинозал (в смысле коридор).

Дальше, все по той же дороге — станция наблюдения полярных сияний. Но дорога, она же главная и единственная улица, здесь еще не кончается. Конец ее — еще несколько сот шагов на юг. Там тарахтит автокран, всхрапывает бульдозер. Идет строительство нового здания для «космиков» — исследователей космических лучей. К их числу принадлежит начальник станции Илья Самсонов, якут, страстный спорщик и необыкновенно мягкий для начальника человек. Он и Валера Хвостенко, мой соперник по игре в айсбол, обитают пока в старом здании станции космических лучей, в крошечных каморках. Все остальное занимает нейтронный монитор. Это сахарно-белые полиэтиленовые параллелепипеды, плотно уложенные в довольно большом зале. Время от времени сахарное чудовище просыпается и пугает меня, непривычного, пулеметной очередью. Из его пасти змейкой выется перфолента, на которой опытный глаз сразу прочтет месяц, число, час и кучу последних известий о потоке нейтронов, возникших в атмосфере под действием частиц первичных космических лучей.

Первичные частицы не доходят непосредственно до приборов космофизиков, погибают в верхних слоях воздушной оболочки земли, выбивая из ее атомов вторичные космические лучи. До Земли доходит второе, а то и третье, четвертое поколение частиц. Эта «эстафета поколений» все же доносит до нас ту информацию о космосе — далеком и близком,— которую нес в себе первичный посланник Вселенной.

И все же лучше быть ближе к «первоисточнику». И каждый день из эллинга — так почтительно именуют здесь непривычно высокий сарай, сарай-небоскреб, торчащий около дома космиков,— в определенный час торжественно выносят что-то вроде пустой резиновой колбасы. Поворот вентиля — и через шланг в «колбасу» начинает с ревом переливаться из баллона сжатый водород. Как гигантский мыльный пузырь, жемчужно переливаясь в лучах солнца, шар-зонд дрожит, весь уже устремленный в небо. И вот его отпускают. И он летит

вертикально вверх — при полном безветрии. А потом его вдруг начинает относить к Солнцу: наверху ветер есть. Под матовой оболочкой раскачивается маленькая черная коробочка — счетчик частиц и передатчик, сигналы которого уже принимает рогатая антenna на домике космиков.

Между станцией космических лучей и ионосферной станцией — двумя географическими полюсами Тиксиленда — не более полукилометра. Вдоль дороги натянут леер — трос, чтобы идти в пургу. Но иной раз и он плохо помогает. Валерий Хвостенко отсыпался раз после ночного дежурства у себя на космостанции. А к ужину не пришел. Ему позвонили — не отвечает. В пургу сон крепкий. Кто-то вышел, думал добраться по лееру. Куда там! Ветер с ног сбивает, чуть не оторвало от леера. Это была бы смерть.

Выслали вездеход. 300 метров гусеничная машина прошла за час. Тоже чуть в тундру не ушли. Наткнулись наконец на домик, откопали дверь. А Валера спит. Изругали его, на радостях, последними словами. Обратно добирались еще час...

Таких историй в Тиксиленде расскажут не один десяток. Это в перерывах между песнями по вечерам. Или в сонном вездеходе в банный день, когда чисто вымытые научные сотрудники клюют носами, возвращаясь из восхитительной тиксинской бани. Вверх — вниз. Вездеход качается, как лодка при килевой качке. Ритм убаюкивающий, и все, за исключением на этот раз Валеры Хвостенко, расслабленно дремлют. А Валера, азартно поблескивая очками, объясняет, что еще можно сделать, если все-таки оторвался от леера и ушел в пургу. Оказывается, нужно идти в гору. Если удастся выбраться на сопку... Сопка — как остров в море пурги. С ее вершины можно увидеть кое-что. Например, огни Тикси. Ориентируясь по ним, запомнить направление ветра — и вниз. Ветер, если не переменится, выведет.

Вездеход качается, и геофизики (они же космофизики — их называют и так и этак) спят под дикий грохот мотора и лязг гусениц.

Все они — космики, аврорщики, геомагнитчики — связаны между собой не только леером в пургу. Исследование космических лучей, полярных сияний, земных токов, ионосферы, геомагнетизма, все эти дисциплины — это как бы разные органы чувств одной науки, которую иногда называют аэрономией. Потому что они осматривают, слушают, щупают нечто единое, целое, имя которому — проблема Солнце — Земля.

Все они настораживаются при одной команде «Алерт!». Эту команду во время Международного геофизического года, а потом Года спокойного Солнца передавали по международной сети геофизических станций наблюдатели за Солнцем. Это значило, что на Солнце произошла вспышка и к Земле летит сгусток солнечной материи, который скоро проявит себя и на магнитограммах, и на фотометрах — исследователях полярных сияний, и на дрожащих ожерельях записей земных токов.

Но раньше всех приближающийся поток почувствуют космики. Плазменно-магнитная подушка, облако заряженных солнечных частиц, перевитое обрывками похищенного солнечного же магнитного поля, еще в пути, не долетело до Земли. Но оно отражает своим передним краем космические лучи, лежащие из глубины пространства. Землю обдувает в этот момент двойной поток этих лучей, прямой и зеркально отраженный. Но вот планета проглощена бешено мчащимся сгустком солнечной материи. Яркие полярные сияния, прерванная радио- и телесвязь: магнитная буря! Зато космических лучей, энергичных частиц «дальнего следования» из центра Галактики, от взорвавшихся некогда «сверхновых звезд», наоборот, становится меньше. Фронт солнечного потока, щит, отражающий космические лучи, ушел дальше, в глухие провинции Солнечной системы.

Вверх — вниз. Вездеход качается в усыпляющем ритме...

Мороз. Солнце низко, но оно греет. Не имея возможности зацепиться за припудренную инеем поверхность тундры — слишком вкось идут лучи, — солнце старается вовсю, натыкаясь на всякий вертикально стоящий предмет, в том числе и человека. Это полдень.

Я пытаюсь представить себе невидимые силовые линии магнитного поля нашей планеты. Вот они вырастают из-под моих ног вертикальными побегами и уходят ввысь, в синее морозное небо. Далеко в черном космосе они стремятся изогнуться, чтобы где-то в южном полушарии снова воткнуться в Землю. Если солнечный ветер не очень силен, то этим силовым линиям удается выполнить свое предназначение. Они только прогибаются в космосе под его напором. Но чуть ветер усиливается, силовые линии разрываются и присоединяются к тем, что вытянуты в виде магнитного хвоста Земли. Тут-то и начнутся сияния.

Кстати, ночью, когда идет сияние, силовые линии магнитного поля из физического понятия превращаются в реаль-

ность: вертикальные столбы, похожие на лучи прожекторов, — это, собственно, они и есть. Их сделало видимыми свечение взаимодействующих атомов атмосферы и электронов, разогнанных в магнитном хвосте Земли.

В Якутске, в Институте космофизики и аэрономии, Ю. А. Надубович рассказывал мне, как ускоряются электроны, вернее, как они могут ускоряться в хвосте Земли по одной из теорий. Выходило, что причина появления сияний — в суточном ритме Земли!

...Силовые линии хвоста прикреплены к планете одним концом. Это можно изобразить на модели: при克莱ить к глобусу вблизи полюса несколько нитей, поставить сбоку вентилятор — и пусть он сдувает в сторону нити-хвост нашего глобуса и олицетворяет собой Солнце с его солнечным ветром.

Но Земля вращается. Можно и глобус раскрутить вокруг его оси. Нити будут скручиваться в жгут. Ведь они поспевают более или менее за вращением глобуса около самого полюса. Но чем дальше от «планеты», тем они вращаются все медленнее, ленивее, они отстают. Получается, что «шпагат» перекручен вдали от Земли туже, чем вблизи.

В реальном космосе эта разница в перекрученности силовых линий магнитного поля выражается в том, что вдоль хвоста появляется разность электрических потенциалов. Подчиняясь этой разности, электроны устремляются к Земле, ускоряются. Двигаясь вдоль силовых линий, электроны набирают скорость, энергию, достаточную, чтобы пробиться к ионосфере, заставить ярко светиться при встрече ее атомы.

Выходит, солнечный ветер лишь создает «приличные условия» для сияний. Он рождает хвост, поставляет частицы. А энергию, необходимую для возбуждения сияний, частицы черпают из энергии вращения земного волчка. Каждый день это, хоть и немного, тормозит планету в ее вращении.

— И когда-нибудь совсем остановит? — спросил я Юлия Аркадьевича.

— Ну... нет. Приливные силы от Луны и Солнца тормозят планету гораздо сильнее, но и они не остановили ее вращения за миллиарды лет.

В тот вечер, когда Надубович в Якутске принес ко мне в номер гостиницы «Лена» картонки с трубками для тиксингского локатора, он разговорился. Я его подзадоривал, и он стал выкладывать о своей науке всякие экзотические подробности.

В Тикси этот разговор мне вспомнился, когда Валя, смеясь,

рассказала о своем письме к Надубовичу. Собственно, в принципе в ее фантазиях насчет «Лица» и прочего не было ничего такого уж совсем невозможного. В конце концов, хоть мы и не знаем всей природы сияний, искусственные «авроральные явления» на нашей планете уже были. Правда, впервые кроваво-красные лучи искусственных сияний появились после малоразумных экспериментов — высотных разрывов американских атомных бомб. Операция «Аргус»... Частицы — от продуктов атомного расщепления, энергия — от ударной волны в верхней атмосфере...

Кстати, те печально знаменитые эксперименты навели кое-кого на мысль, что часть энергии полярные сияния могут черпать из... землетрясений. Собственно, куда девается огромная энергия, выделяющаяся при сильных подземных толчках? Замечали, что отдельные, наиболее яркие сияния нередко появлялись вслед за крупными землетрясениями. Правда, и в этой корреляции может быть свой «айсберг-эффект». Не исключено, что не сияние — следствие землетрясений, а сияния и землетрясения вместе — следствие одних явлений на Солнце.

Но вообще в том, что небесные киносеансы как-то связаны с твердой землей, Надубович не сомневается.

Его «конек» — береговой эффект в полярных сияниях. Так называют одно любопытное явление, открытое еще во время Международного геофизического года.

Напомню: до сих пор еще никто не объяснил, какие силы заставляют дуги сияний прихотливо искривляться. И вот однажды кто-то узнал в очередной дуге на небесах... очертания ближайшей береговой полосы!

Стали присматриваться и к другим дугам. Получалось, что явление это не только не случайное, но даже и не такое уж редкое. На небе появлялись куски географической карты — побережья Антарктиды, Канады. А вблизи Тикси отчетливо можно разглядеть в северной стороне неба очертания Тиксинской бухты, Новосибирских островов.

В чем тут дело?

На современном уровне наших знаний береговой эффект можно объяснить так.

Во время сияний в ионосфере возникают мощные электрические токи — в десятки тысяч ампер! Правда, не совсем ясно, кто кому обязан своим происхождением — сияния токам или токи сияниям... Но факт этот установлен точно. Ясно и то, что ток этот — переменный. Его направление и сила непрерывно меняются — так же быстро и резко, как картина сияний на

небе. А раз ток переменный, значит, в земной коре и особенно в морях (соленая вода — хороший проводник) могут, как во вторичной обмотке трансформатора, наводиться индуцированные переменные электрические токи.

Ток, как известно из физики, стремится течь по краю проводника, то есть в узкой полосе у берегов. И тут он в свою очередь начинает действовать обратно — на ток в ионосфере. Оба тока стремятся занять такое взаимное положение, чтобы расстояние между ними было наименьшим. Но морской ток «привязан» к берегу, а атмосферный — «вольный сын эфира». Именно этот ток, вдоль которого происходит сияние, искривляется, повторяя очертания своего морского собрата, то есть контура берега.

Во всем этом много еще неясного. Но если в принципе задача решена верно, то «Лицо», выдуманное Валеем Дмитренко, можно «сделать». Проложить кабель по определенному рисунку, пустить по нему электрический ток — и готово. Сияние может предпочесть искусственный ток естественному морскому и повторить заданный рисунок.

Между прочим, благодаря береговому эффекту обитатели Тиксиленда могут иногда видеть легендарную Землю Санникова! Это звучит почти как «увидеть невидимый град Китеж», но тем не менее это так.

Ведь береговой эффект не только береговой. Он хорошо отличает, например, соленую воду от пресной. Воды моря Лаптевых вблизи Тикси опреснены Леной. И здесь на карте сияний часто виден провал.

Зато на север от Новосибирских островов, там, где нет никакой земли, сияние рисует тем не менее какие-то очертания. Здесь — большая мель, которая, как считают, возникла на месте Земли Санникова.

Землю Санникова в свое время долго искали. Это стоило усилий и человеческих жертв. Писатели — приключенцы и фантасты часто возвращались к этой теме. В последние десятилетия корабли и самолеты много раз прошли над этим местом. Земля Санникова, видимо, растаяла, как тают и сейчас многие острова моря Лаптевых, сложенные ископаемым льдом с прослойками наносных отложений.

А полярные сияния верны растаявшей земле и, чтя традиции, аккуратно вычерчивают несуществующую больше береговую линию.

Над сушей сияниям тоже не безразлично, где сиять. И здесь у них есть излюбленные и нелюбимые места. Иногда между

первыми и вторыми — какая-нибудь сотня километров, а разница в частоте появления сияний — несколько раз.

Эта прихотливость связана, вероятно, с аномалиями магнитного поля Земли и опять-таки с тем, как проводят ток горные породы. Дело, значит, упирается в геологическое строение земной коры!

А не могут ли сияния подсказать геологам, что скрыто в глубине Земли? Реагировать, скажем, на металлические руды?

Звучит тоже довольно фантастично, но в принципе возможно. Ведь помогают же геофизикам в просвечивании земных недр магнитные и электрические методы зондирования. А сияния — это весьма чувствительный природный зонд, реагирующий на все изменения в рисунке магнитного поля Земли и, возможно, на электропроводность горных пород.

Мое тиксинское везение продолжалось. Я шел из Тиксиленда в собственно Тикси, шел один морозным лунным вечером по абсолютно пустой тундре, слушал простуженный кашель песцов и вдруг заметил, что Луну закрывает темно-красный круг. Лунное затмение. А рядом с Луной вспыхнула и повисла дужка полярного сияния.

Я шел и представлял себе, как это выглядит на Луне сейчас. Там, наоборот, затмение Солнца Землей: черный шар — и вокруг ярко-красная полоска атмосферы. Сплошной круговой закат. Этим закатом и окрашивается затменная Луна.

Вспомнилось: по красному свечению Луны во время затмений сравнительно недавно ученые определяли строение недоступных тогда верхних слоев атмосферы Земли. Солнечные лучи преломляются в воздухе Земли. Причем таким образом, что на краях вишнево-красной затменной Луны проецируются довольно светлые лучи, прошедшие самые верхние слои атмосферы. Ближе к центру диска — «изображение» более низких слоев, а совсем в центре небесного экрана, самом густо-красном, — низких надоблачных слоев. И ученые сумели по нашему небесному зеркалу довольно точно представить себе строение верхних этажей воздушной оболочки Земли. Шары-зонды, ракеты подтвердили впоследствии, что наука 30-х годов правильно представляла себе устройство нашего неба.

И вот сейчас ракеты бороздят космос, а все-таки дежурят космофизики на земных станциях. Долго еще будут дежурить. Космос завоевывается и на Земле.

Затмение стало почти полным, когда меня обступили светящимися окнами двухэтажные дома города. Полярное сияние исчезло в городских огнях. Но оно не уходило с неба. И не могло уйти — Валя Дмитренко твердо обещала его на сегодняшний вечер (про затмение она, правда, ничего не говорила, забыла, хотя и астроном). Обещала как иллюминацию. Сегодня праздник.

Вот и маленький домик, который я разыскивал. Здесь меня ждут. Праздничный ужин по поводу вчерашнего «приземления» «Венеры-4». Мы будем есть копченого омуля и пить шампанское за далекую Венеру. И рассуждать, каково ей без магнитного поля, а значит, без полярных сияний. И если там нет сияний, то что есть... И еще: какое дело каждому из них — магнитологов, специалистов по космическим лучам, радиоаппаратуре — нашлось бы на колонизованной Венере?

А потом праздник кончится. Впереди — долгая полярная ночь и новые дежурства. И мой самолет на Москву улетает завтра.



ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

В небе Солнца

Солнце — Земля

Из прошлого в будущее катятся волны времени. Качается на них наш мир, наша планета, крошечный челнок, наполненный жизнью. И мы, люди, все чаще отвлекаемся от повседневности, вглядываемся в бесконечную рябь, стараясь понять, откуда и зачем бегут эти волны и что ждет наш мир в недалеком и далеком грядущем...

Все вокруг нас подчинено таинственным циклам. Окаменелые свидетельства прошлого говорят, что эпохи горообразования сменяли друг друга каждые несколько сот миллионов лет и что миллионы лет отделяют друг от друга великие походления. Циклы, меньшие по продолжительности, замечены людьми уже непосредственно. Каждые 11 лет климат любого места Земли проходит полную фазу изменений: от более влажного к более сухому и снова к влажному. Отчетливую один-

надцатилетнюю цикличность проявляют поток космических лучей, обдувающих нашу планету, характер возмущений магнитного поля Земли и т. д. Все это давно уже не является загадкой: причина одиннадцатилетнего ритма земных процессов — в активности Солнца, именно она подчиняется этому периоду. Сейчас — очередной максимум в одиннадцатилетнем периоде. От впадины года спокойного Солнца мы поднялись на гребень волны...

Весной 1962 года в качестве корреспондента одного из московских журналов я посетил Мориса Семеновича Эйгенсона. Встреча состоялась в доме этого известного астронома, доктора наук, во Львове. Морис Семенович рассказал мне тогда о гелиогеофизике. То есть о той геофизике, что изучает связь земных процессов с солнечными. Морис Семенович поразил меня своей увлеченностью. Возможно, он слишком увлекался, связывая с Солнцем буквально все природные циклы Земли — и оледенение, и горообразование, и землетрясения. Он ошеломил меня бурлением почти фантастических идей, под которые, однако, он всегда готов был подвести строгий научный базис.

Мне долго не удавалось «переварить» в себе все это, чтобы написать статью. Я хотел встретиться с Эйгенсоном еще раз. Но траурная рамка в одном из научных журналов оповестила меня, что это уже невозможно...

Над чем же думал тогда выдающийся советский гелиогеофизик?

Мы несемся на маленькой и в сущности утлой планетке по небу одной из звезд нашей Галактики. Звезда эта, Солнце, отличается сравнительно уравновешенным характером. Но только в первом приближении. И как наше Солнце перестало казаться чистым, незапятнанным, едва на него взглянули вооруженным, а главное, непредубежденным глазом, так и солнечная постоянная — величина, характеризующая приход на Землю солнечной энергии, — оказалась не столь уж постоянной, когда усовершенствованные приборы, межпланетные станции открыли порывистый солнечный ветер, состоящий из заряженных частиц. Этот ветер может прибавлять к лучистой энергии Солнца, величине действительно почти постоянной, довольно много энергии от яростных вспышек, происходящих обычно, между прочим, как раз около пятен.

Солнце было возведено в ранг слабопеременной звезды. И одиннадцатилетний цикл этой переменности наиболее заметен.

Вот как, по мнению М. С. Эйгенсона, работают «миров приводные ремни», как солнечная активность действует на земную погоду через «пустоту» межпланетного пространства.

Облака заряженных частиц, несущиеся к Земле после вспышек, перевиты к тому же обрывками солнечного магнитного поля. Подлетая к нашей планете с огромной скоростью, фронт этого потока сминает земную магнитосферу, будоражит электрическое небо планеты, ионосферу, возбуждая в ней ветры, бури, приводя в действие «колеса» циркуляции. Ниже расположенные слои атмосферы не остаются безразличными к бурным процессам, происходящим в более высоких ярусах. Там тоже раскручиваются «колеса» циркуляции. И вот вся система этих колес, находящихся как бы в зацеплении, приводит в движение, наконец, самые нижние из колес — циклоны, торнадо, тайфуны.

К слову: есть еще одна гипотеза о механизме связи солнечной активности и погоды Земли. По этой гипотезе (ее автор американец Э. Ней) посредником в этом механизме служат космические лучи.

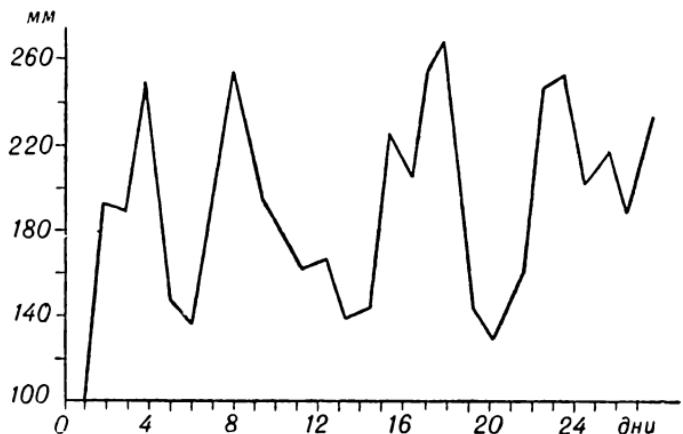
Когда Солнце спокойно, энергичные частицы космических лучей, приходящие из глубины Галактики, получают доступ в пределы Солнечной системы — им не мешают потоки солнечной плазмы с «кусками» замороженных магнитных полей. Действительно, космики регистрируют в это время гораздо более мощный поток космических лучей, бомбардирующих атмосферу, ионизирующих атомы воздуха. Ионизованная атмосфера отлично проводит электрический ток. Это мешает накапливаться электрическим зарядам. Заряды рассасываются, значит, меньше гроз и вообще облаков, потому что именно электрические заряды способствуют накоплению облачных масс.

Вот почему в годы спокойного Солнца больше ясных дней, летом сухо и жарко, зимой трескучие морозы и звездные ночи. И наоборот, в годы активного Солнца, когда меньше частиц космических лучей достигает орбиты Земли и нижних слоев атмосферы, заряды накапливаются, мощные грозы и облачные фронты становятся обычными, летом холоднее и дождливее, зимой слякотнее и теплее (облака, как шуба, удерживают тепло у поверхности Земли).

Но в общем можно сказать, что механизм воздействия активности Солнца на погоду неясен. Бессспорно тут только одно: после вспышек приток на Землю солнечной энергии увеличивается (по некоторым данным, на 3 процента). Эта энергия распределяется каким-то образом между магнитосферой, ионосферой,

рой (полярные сияния), атмосферой (бурные проявления непогоды) и, возможно, твердой Землей. М. С. Эйгенсон верил в гипотезу, по которой после вспышек земная ионосфера чуть поджимается. Как балерина, прижавшая к телу руки, планета начинает вращаться быстрее. А это ускорение может быть для напряжений, накопленных в недрах Земли, своего рода спусковым механизмом. Американец Симпсон, советский ученый А. Д. Сытинский доказывают, что во время вспышек солнечной активности землетрясения случаются чаще.

А самый короткий ритм солнечной активности на Земле — 27-дневный: 27 дней — это период обращения Солнца вокруг собственной оси. Эта корреляция не вызывала сомнений. Раз



Вот так, по представлениям П. П. Предтеченского, в каждый 27-дневный период солнечной активности распределялись атмосферные осадки в Ташкенте в течение 13 лет

Солнце по-разному облучает Землю, поворачиваясь к ней то одним, то другим боком, выходит, что есть на нашем светиле меридианы более активные и менее активные. И это не удивительно. Солнечные пятна, а значит, и связанные с ними зоны частых вспышек расположены кучно, группами. И появляясь из-за края солнечного диска, такая группа начинает усиленный обстрел Земли сгустками выброшенных из недр Солнца корпсукул.

Очень давно люди заметили, что месяцы, выделенные ими по фазам Луны (луны месяц равен 29,5 дня), имеют таинственную власть над погодой и непогодой. Распределение засушливых и влажных, теплых и холодных недель и даже дней

в двух-трех соседних месяцах не то чтобы совершенно одинаково, но явно похоже. В общем это явление можно даже использовать для грубого долгосрочного прогноза.

Вероятно, Луна здесь действительно играет какую-то роль. Но и Солнце тоже. По случайному совпадению Солнце обращается вокруг своей оси с близким периодом — 27 дней — и воздействует на Землю своими активными меридианами.

Советский ученый П. П. Предтеченский обнаружил, что в 1934—1936 годах холодные воздушные массы вторгались в Среднюю Азию из месяца в месяц почти по одной и той же схеме. В среднем в начале 27-дневного периода температура на графике росла, к середине его падала до минимума, потом снова скачками вырастала до прежней величины. Еще более интересный рисунок у кривой осадков, выведенной из наблюдений в Ташкенте за 13 лет (1923—1935 годы). Кривая осадков за один такой средний оборот Солнца делится на четыре резких «пика». Иначе говоря, почти все годовые осадки выпадают в четыре четко определенных промежутка времени внутри 27-дневного периода!

Другому выдающемуся советскому ученому, Л. А. Вительсу, удалось проследить за несколькими активными долго прожившими образованиями на Солнце, появление которых из-за края вращающегося Солнца вызывало мощные потрясения в земной атмосфере.

Например, в 1951 году в течение нескольких оборотов Солнца на нем держалась монолитная группа пятен. Это был тот редчайший случай, когда в запятнанности нашего светила можно было убедиться невооруженным, правда достаточно зорким, глазом. Я сам, кстати, видел тогда пятна на Солнце несколько вечеров подряд во время пылающих подмосковных закатов.

И каждый раз появление этой группы вызывало на Земле взрыв климатических происшествий. В мае с ними были, вероятно, связаны невиданно резкие похолодания и потепления в Западной Европе. В те же дни над Америкой бушевал жестокий ураган. И из месяца в месяц, преодолевая инерцию земной атмосферы, солнечные пятна регулярно вызывали мощные циклоны, ливни, бури.

Присмотримся внимательнее к распределению столь влиятельных — в смысле воздействия на земные процессы — пятен на солнечном диске.

Они расположены симметричными парами по бокам солнечного экватора. Собственно, каждый одиннадцатилетний

цикл солнечной активности начинается с того, что немногочисленные и еще не очень четкие пары пятен появляются довольно далеко от экватора. По мере усиления солнечной деятельности пятна становятся все более четкими и при этом сближаются в каждой паре. Пятна медленно приближаются к экватору, но никогда до него не доходят, не сливаются. Уже на половине встречного пути пятна начинают слабеть, вспышки около них становятся все реже и пятна исчезают, не доходя до экватора. Наступает следующий минимум солнечной активности. В этот момент вдали от экватора появляются уже пятна следующего одиннадцатилетнего цикла, которым предстоит пройти тот же путь.

Судя по всему, каждая пара пятен — это просто пересечение в двух местах с видимой поверхностью Солнца некоей «баранки», скрытой в теле звезды. Баранка эта, образованная какими-то мощными вихрями магнитного происхождения, зарождаясь на большой глубине, в течение солнечного цикла как бы всплывает медленно на поверхность. При этом пятна, концы этой баранки, сближаются...

Пролетая в небе Солнца, его маленький естественный спутник Земля как бы ощущает на себе всю эту непостоянную и зыбкую «географию» Солнца.

Плоскости земной орбиты и солнечного экватора не совпадают. Иначе говоря, Земля не находится все время над экватором Солнца, а переходит в небе нашей звезды то на 7 градусов в южное ее полушарие, то на столько же в северное.

Над солнечным экватором Земля повисает только в июне и декабре. Но экватор Солнца всегда чист от солнечных пятен, от хромосферных вспышек. И значит, Земля в это время находится в условиях более спокойной «солнечной погоды», чем, скажем, в марте и сентябре, когда она пролетает над более активными широтами Солнца.

Итак, в течение года Земля дважды, в дни равноденствий, попадает в более бурные области неба Солнца и дважды, во время солнцестояний, в более спокойные. Это не может не отразиться на климатических и геофизических процессах Земли. И действительно, многие исследователи нашупывали полугодовой и годовой циклы в ходе некоторых климатических и геофизических явлений на планете, причем таких, которые трудно было бы объяснить просто сменой времен года.

Правда, другие исследователи иначе пытались объяснить эти ритмы. Они усматривали в них следы «обратной связи» между Землей и Солнцем. По одной из гипотез, Земля, обра-

щаясь вокруг Солнца с периодом в один год, вызывает приливную волну. А уже эта приливная волна, воздействуя слабо, но методично на маятник солнечной активности, вызывает годовой ритм гелиогеофизических процессов. Но о «приливных» гипотезах солнечной активности нужно разговаривать отдельно.

Планеты — Солнце

Американский космофизик Э. Ней связывал солнечную активность и климат Земли через посредство космических лучей. М. С. Эйгенсон по-иному представлял себе связь земных и солнечных ритмов: посредником у него служило электрическое небо планеты, ионосфера. И хотя пока не ясно, какая из гипотез о связи Земли с Солнцем верна, ясно по крайней мере, что она, эта связь, есть. И это позволяет нам вслед за гелиогеофизиками заняться нехитрым прогнозом. Предсказать, скажем, что климат середины 70-х годов, годов спокойного Солнца в одиннадцатилетнем ритме солнечной активности, будет более континентальным, чем в конце 60-х годов, в максимум солнечной деятельности. Зимы будут холоднее, лето жарче, суще. И эти наши грубые прогнозы имеют немалый шанс оправдаться, ибо они основаны на опыте. Так было раньше, и, значит, так будет.

Но почему так было и так будет, чем вызваны колебания, ритмы солнечной активности? Отчего солнечные пятна высыпают особенно густо на лице нашего светила в среднем раз в 11 лет? Этого мы не знаем. Так, первобытный человек точно знал, что Солнце взойдет после ночи, но почему это случится, он и не подозревал.

Листая книги и статьи, посвященные ритмам нашего Солнца, мы наткнемся на упоминания и о других периодах солнечной активности: 7 лет, 35, 80... Некоторые из этих циклов только нашупаны, другие установлены точнее и тоже используются для прогнозов. Как же эти циклы — разные и несогласимые — существуют?

В открытом море нашу лодку качает зыбь с волнами определенного размера. Но склон каждой из этих волн расчерчен мелкой рябью. Незамеченными проходят под кораблями в океане приливные волны и грозные цунами с их ритмами, более редкими и плавными. Так и солнечная активность. Вместе со всей свитой зависящих от нее астро- и геофизических явлений она образует последовательный ряд колебаний все более вы-

сокого порядка, из которых мы замечаем непосредственно лишь те, что соизмеримы по продолжительности с человеческим веком. Остальные мы замечаем по косвенным признакам и знаем о них мало: что бы мы знали, к примеру, о приливах в океане, если бы имели данные о них за две недели? Ритмичность мы бы заподозрили, конечно, но не более того...

Довольно четко сейчас выделен вековой, а вернее, 80-летний цикл солнечной активности: по годовым кольцам на пнях мамонтового дерева — секвойи, по данным японских летописей о наводнениях и неурожаях, о характере осеннего замерзания озера Сува в Японии. Судя по кольцам секвойи, максимумы в вековом цикле солнечной активности были в 1772, 1862, 1942 годах, минимумы — в 1812 и 1902 годах. Ближайший минимум, следовательно, будет в 1980-х годах.

Ученые давно уже делают попытки понять причины ритмичности гелиогеофизических явлений — и все чаще вспоминают в последние годы забытую было гипотезу английского ученого Э. Броуна, выдвинутую на рубеже этого столетия. Броун связывал солнечные пятна — вихри в солнечной материи — с приливами в теле Солнца, вызванными притяжением планет.

А где пятна, там солнечные вспышки, потоки корпускул от светила — и весь арсенал солнечной деятельности. Э. Броун, а позднее советский ученый В. Б. Шостакович указывали на одно совпадение: 10—11—12 лет — основной период солнечной активности, и 11, 86 земного года продолжается «год Юпитера».

Броун знал только об одиннадцатилетнем периоде солнечной активности.

Мы знаем и о других. Нет ли и тут подобных совпадений?

Советский специалист в области изучения приливов И. В. Максимов выписал в таблицу продолжительность «годов» и «полугодий» для планет Солнечной системы (в земных годах). Вот что получилось:

Нептун	Уран	Сатурн	Юпитер	Марс	Земля	Венера	Меркурий
164,8	84	29,5	11,9	1,88	1,0	0,62	0,24
82,4	42	14,8	6,0	0,94	0,5	0,31	0,12

А вот циклы солнечной активности:

— ? — 88 — 83 — ? — ? — 16,1 — 11,1 — 6,9

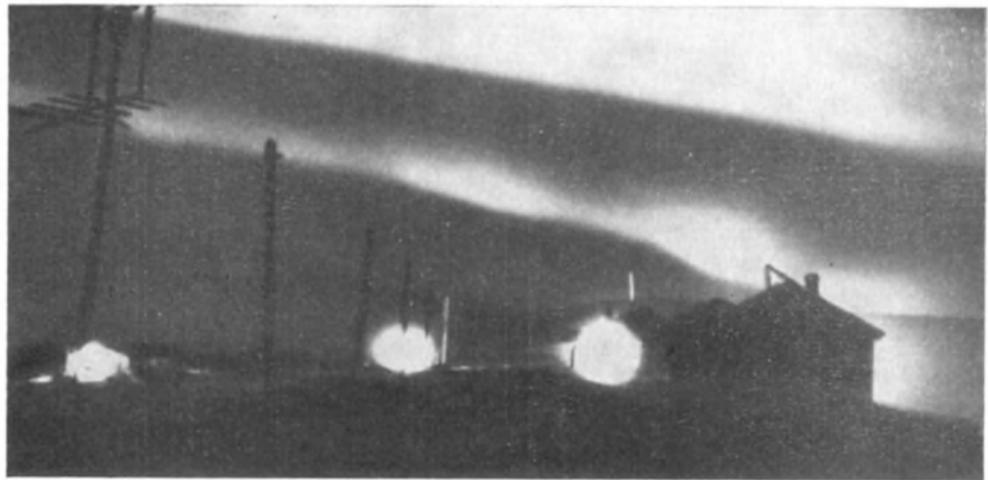
и многолетних климатических колебаний:

80 — 35 — 11.

(Вопросительные знаки там, где подозреваются неоткрытые циклы.)

Над Тикси — горизонтальные полосы полярного сияния. Они протянулись вдоль берега океана. По мнению некоторых ученых, «береговой эффект» оказывает немалое влияние на форму полярных сияний

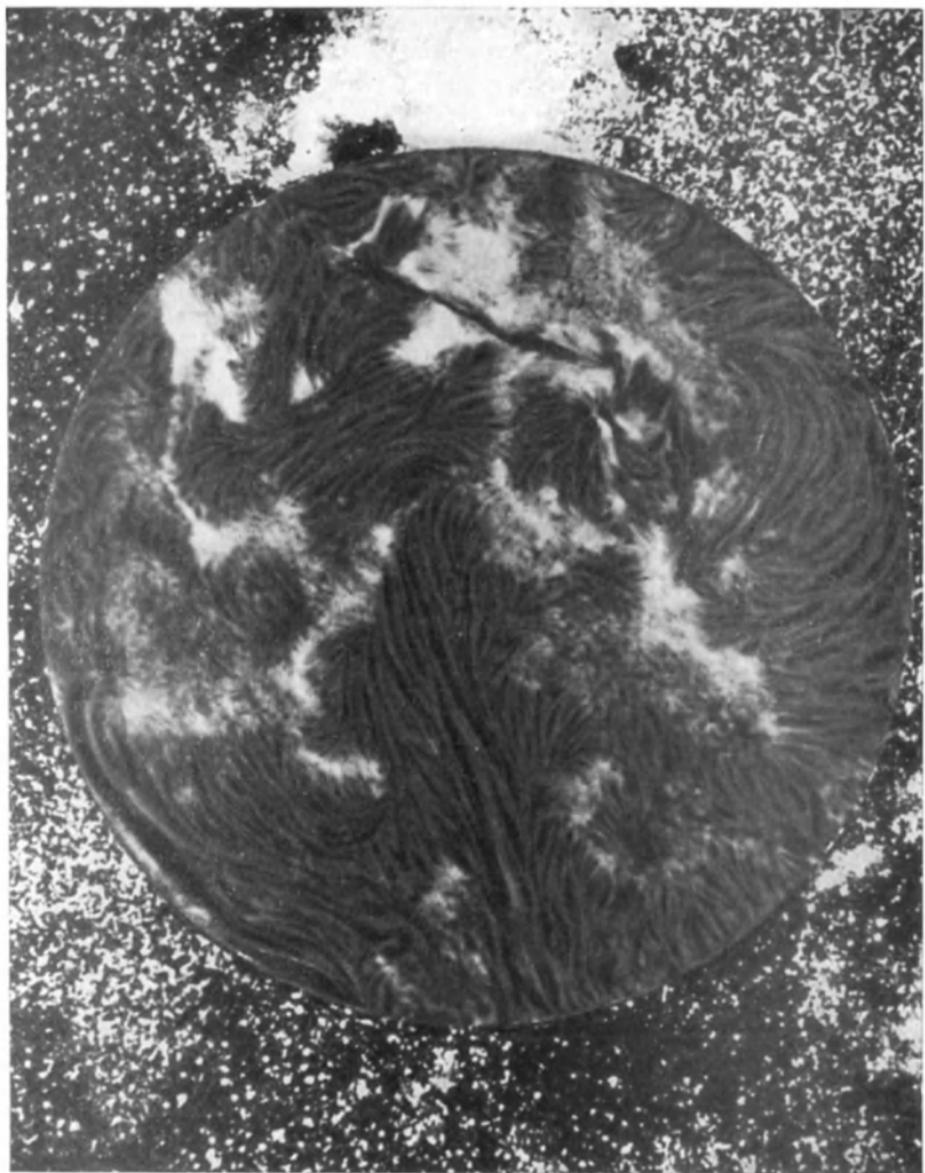
Вертикальные лучи полярного сияния — это, собственно, силовые линии магнитного поля Земли, ставшие видимыми благодаря заряженным частицам, спустившимся по этим линиям из космоса и заставившим светиться атомы ионосферы



Хромосфера Солнца. Туго перевитые магнитными полями жгуты солнечной плазмы, вспышки и потемнения. Все это влияет каким-то образом на наш климат, на нашу повседневную жизнь, даже на наше здоровье.

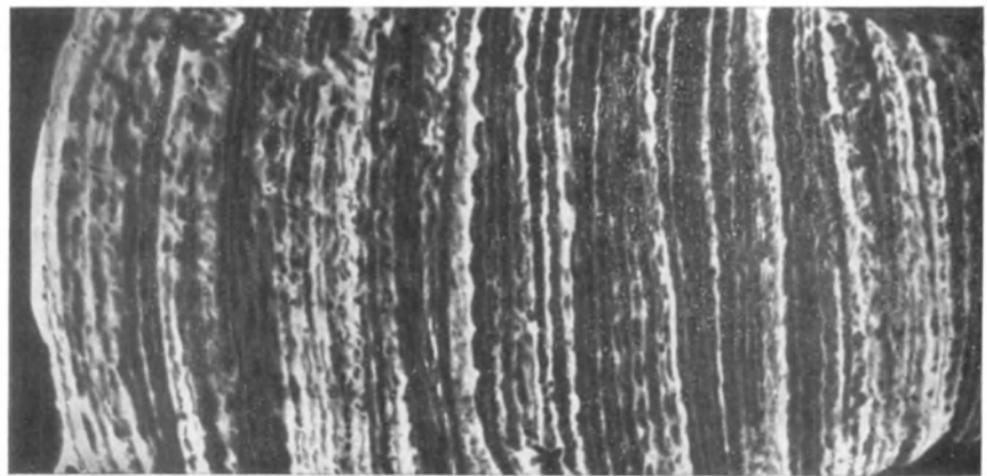


А это снова Солнце. Участок хромосферы нашей звезды



Самые древние календари Земли — кораллы. В них -- годовые, месячные, суточные слои

Эта протонная вспышка на диске Солнца была предсказана . . . по взаимному положению планет



Совпадения есть и здесь. Правда, возникает вопрос: при чем здесь планетные полугодия? Планетные приливы на Солнце должны быть в принципе аналогичны приливам на Земле, которых, как известно, два — по волне на каждой из противоположных сторон планеты.

Насколько же планеты равноправны в своем воздействии на Солнце? Их приливообразующая сила не одинакова — она зависит и от величины планет, и от их близости к Солнцу.

	$\text{см}^2/\text{сек}^2$		$\text{см}^2/\text{сек}^2$
Нептун	0,04	Марс	1,84
Уран	0,13	Земля	58,58
Сатурн	6,33	Венера	125,40
Юпитер	133,8	Меркурий	935,00

Насколько велики эти цифры? Могут ли хотя бы некоторые планеты вызвать в огненном океане Солнца достаточные возмущения? Вспомним, что приливообразующая сила Солнца на Земле ($1571,2 \text{ см}^2/\text{сек}^2$) — величина вполне сопоставимая с приведенными в таблице числами и что солнечный прилив в океане — вещь вполне ощутимая. Подтверждает гипотезу Бруна и то, что солнечные пятна группируются около «тропиков» Солнца, там, где приливные силы должны проявляться лучше. Какие же планеты могут действовать на активность Солнца?

Юпитер и по своей приливообразующей силе, и по периоду обращения — вполне достойный кандидат в возбудители одиннадцатилетнего цикла деятельности Солнца. А 80-летний цикл? Нептун — полупериодом и Уран — периодом обращения как будто подходят. Но силы у них маловато. Возможно, дело тут в резонансе. Известно, например, что солнечный прилив в атмосфере Земли в 100 раз больше, чем ему полагается быть, если исходить из теории. Виноват резонанс. Период свободных колебаний земной атмосферы случайно совпадает с полусуточным солнечным приливом и равен 12 часам.

Период свободных колебаний массы Солнца (или внешнего его слоя) может равняться 80 годам, и тогда слабое притяжение Урана и Нептуна, слегка подталкивая качели солнечной активности, могло бы поддерживать ее миллионы лет.

Приливообразующая сила Венеры почти равна силе Юпитера, а крошечный, но близкий к светилу Меркурий должен как будто действовать на солнечную активность сильнее, чем все остальные планеты, вместе взятые. Почему же мы не знаем мощных колебаний активности Солнца с периодом в полтора — три месяца, четыре — восемь месяцев? Вероятно, Солнце не

может так быстро менять свое «настроение» — мешает «инерция» громадной звезды. Но быть спусковым крючком для отдельных вспышек на Солнце планеты земной группы могут. Английские астрономы, вычисляя моменты, когда эти планеты «соединялись» на небе Солнца и когда они располагались под 90 градусов (квадратуры планет), недавно смогли с точностью до нескольких часов предсказать несколько вспышек на Солнце.

Мощная протонная вспышка произошла на Солнце 12 ноября 1966 года. Так вот, она была предсказана за 14 месяцев до этого, предсказана потому, что взаимное положение Солнца и ближайших к нему планет можно вычислить заранее. Этим же методом ученые предсказали магнитные бури, перебои в радиосвязи, полярные сияния 3 и 23 июля, 5 и 26 августа и 15 сентября 1967 года.

Украинский астроном П. Р. Романчук считает, что вся сложная многоритмичная картина колебаний солнечной активности может быть объяснена взаимным расположением Солнца, Юпитера и Сатурна. Он построил таблицу, из которой видно, что все подъемы солнечной активности примерно совпадают с квадратурами Сатурна и Юпитера, а все годы спокойного Солнца — с их соединениями.

В древние времена астрологи по взаимному расположению планет пытались предсказать будущее. Кто знает, может, это было не так уж нелепо. Если взаимное расположение планет действительно оказывает влияние на активность Солнца, то астрономические таблицы могут стать материалом для многих гелиогеофизических и даже климатических долгосрочных прогнозов.

Интересное исследование провел американский астроном П. Джозе. Путем сложных вычислений он определил центр тяжести Солнечной системы в целом. Оказалось, что он не совпадает с центром Солнца и что само Солнце обращается вокруг этого общего центра тяжести с периодом в 178,77 земного года! После этого он обратился к таблицам чисел Вольфа (характеризующих количество пятен на Солнце). Эти таблицы астрономы ведут с 1610 года. Вычисления, сделанные на основании этих таблиц, дали новый большой период солнечной активности продолжительностью 178,55 года! Вряд ли это случайное совпадение, считает Джозе.

Интересно, что близкий период солнечной деятельности раньше нашел советский ученый П. П. Предтеченский, а еще раньше, в начале века, — географ Э. А. Брикнер, изучая море-

ны альпийских ледников. Менялась активность Солнца — менялся климат и ледник начинал таять быстрее или медленнее...

Наше Солнце — рядовая звезда галактической семьи. И если многоритмичность солнечной активности действительно вызвана приливным действием планет, то нельзя ли, уловив подобную же ритмичность в излучении энергии другими звездами, судить о том, есть ли вокруг них планетные системы?

И подобные попытки делаются. Целый ряд звезд типа нашего Солнца, похоже, слабо изменяет свой блеск по сложным, многоритмичным кривым — иным, чем у Солнца.

Планеты далеких звезд невозможно увидеть в телескоп. Но когда-нибудь людям понадобится послать ракету-автомат на поиски других миров. И разведчик будет направлен не наобум. Уже сейчас по ритмам солнечной активности далеких звезд делаются попытки точно высчитать число и размеры невидимых планет, возможно заселенных...

Так ритмы нашего мира направляют нашу мысль к звездам, на поиски далеких цивилизаций.

Век страшных зим

Скажи мне, кто жигъ еще будет на свете
Из смертных в век страшной зимы?

Речи Вафтруднира

Морское легкое

Что может лучше рассказать о будущем, чем прошлое? Но люди не верят прошлому.

Они передают друг другу древние сказания об извержениях вулкана, на плодородных склонах которого они живут, но больше упиваются поэтичностью этих сказаний, чем внимают предостережению, заключенному в них. И новое пробуждение каменного чудовища застает их врасплох.

В некоторых скандинавских странах любой ребенок знает наизусть древние саги о походах викингов. О таинственном Винланде, существующем где-то на далеком Западе, знали тысячи людей задолго до Колумбова открытия Америки. Но это не оказалось почти никакого влияния ни на стремление Колумба к «Индии», ни на последующие поколения истори-

ков, нисколько не сомневавшихся, что до Колумба в Новом Свете не было европейцев. И только упорство одного-единственного норвежского историка Э. Х. Инстада, поверившего сагам, принесло археологическое подтверждение первому открытию Америки.

В сагах, древних летописях, содержится много научной информации, ценной не только для историков, но и для географов, климатологов, астрономов. Однако часто эту информацию с удивлением обнаруживают лишь задним числом, когда изыскания более материального свойства — раскопки, геологические разрезы — преподносят ученому грубо, здраво факт, о котором многие слышали в полусказочной форме, не придавая ему значения.

Был в античном мире полулегендарный географ и путешественник Пифей. Многие его рассказы высмеивали еще в древности. Знаменитый историк Древнего Рима Полибий занимался этим с особенным упоением. Рассказ Пифея о том, что он добрался до края мира, Шетландских островов, сказочной Туле, Полибий объявил вздором. Но очень скоро римляне дошли до этих мест, а несколько веков спустя Сенека предсказывал:

Настанет пора, через много веков
Оксан разрешит оковы вещей.
И огромная встанет пред взором Земля,
И новые Тирсис откроет моря.
И Фула не будет пределом Земли!

Раздражала Полибия и еще одна «сказка» Пифея. Пифей (это было в IV веке до нашей эры) рассказывает, будто бы плыл он на корабле от Эльбы до полуострова Ютландия. Здесь, где-то между современной Данией и Скандинавским полуостровом, обнаружилось, что дальше плыть нельзя. «Нет больше земли, моря или воздуха, а вместо них смесь всего этого, похожая на морское легкое, где земля, море и вообще все висит в воздухе, и эта масса служит как бы связью всего мира, по которой невозможно ни ходить пешком, ни плыть на корабле».

Две тысячи лет вслед за Полибием недоумевали по поводу этого рассказа историки иcommentаторы. Что это за морское легкое?

Но современные ученые, изучающие климаты прошлого Земли, склонны подходить и к этому рассказу Пифея как к поэтичному, но верному естественноисторическому свидетельству. В канун новой эры, говорит географ А. В. Шнитников,

началось в северном полушарии нашей планеты сильное повышение общей влажности. Прекратилось на время общее потепление климата, начавшееся еще в ледниковом периоде, льды стали спускаться с гор в долины, расплзлись по морям. У выхода из Балтийского моря Пифея встретили туманы никогда прежде не виданной им густоты. Остановившая корабль ледяная каша виднелась в разрывах этого тумана, проглядывали полузаливные приливом низкие берега с протоками и лужами... Пожалуй, «морское легкое» — несколько необычное, но точное определение картины.

А что делалось тогда, 2400 лет назад, в остальном мире? Амударья замерзала зимой почти на полгода (сейчас только на два месяца). Римляне, воевавшие с Карфагеном, пересекли в своих колесницах цветущую Сахару. На фресках Тассили тогдашние скотоводы и охотники сахарской саванны запечатлевали невиданные боевые повозки. А рядом — жирафы на водопое, бегемоты, нежащие свои тела в пузырящейся болотной жиже. И это в безжизненной Сахаре!

Было ли это единственное в своем роде время, неповторимая пора в жизни народов Земли? Прошло 1800 лет — и о новых страшных зимах рассказывают скандинавские саги, среднеазиатские летописные свидетельства...

Велик и славен был город Янгикент в устье Сырдарьи. Шли отсюда караванные пути во все концы Азии. Но в один день собрались и ушли все его жители — купцы, ремесленники, мусульманское духовенство. С удивлением смотрят археологи на стены, нетронутые войной, разрушившиеся от старости. Легенда говорит: заполнили город змеи, ядовитые и бесчисленные. Не было от них никакого спасения, и все жители ушли из Янгикента.

Могло так быть? Могло! Именно в это время, в середине второго тысячелетия нашей эры, в северном полушарии Земли снова стало прохладно и влажно. Поднялся уровень Сырдарьи, и грунтовые воды залили норы змей.

Правда, не зацвели уже в нашей эре пески Сахары: новое похолодание сильно уступало предыдущему по мощности. И все же влажность была высокой. Часть территории нынешнего Баку была под водой. Несколько лет подряд дожди уничтожали хлеба на Британских островах. Снова показались ледниковые языки в альпийских долинах, не в первый раз погребая под собой прекрасные римские военные дороги. А длинное ледовитое щупальце протянулось из Ледовитого океана к Северному морю и вдоль берегов Гренландии, отрезав от Европы

гренландские колонии скандинавов и американские (Винланд) колонии гренландских викингов. Тогда-то европейцы надолго забыли пути Эрика Рыжего и сына его Лейфа Эрикссона Удачливого. Но это — особый разговор.

Сверхритмы подлунного мира

Мы живем, подчиняясь космическим ритмам. День — ночь. Зима — лето. Приливы — отливы. И вот оказывается, приливное взаимодействие трех космических тел — Солнца, Земли и Луны — может проявить себя не только в полусуточном приливном дыхании нашей планеты.

Каждый день на водную и твердую оболочку Земли действует не та приливная сила, что действовала вчера.

В течение месяца все три светила дважды бывают примерно на одной линии. Такие положения тел астрономы именуют сизигиями. В эти моменты складываются гравитационные возмущения от Солнца и Луны, и тогда бывают большие приливы.

И дважды за тот же месяц Солнце и Луна действуют на Землю под прямым углом. Это моменты квадратур, во время которых приливное действие Солнца как бы вычитается из лунного, приливы в это время наименьшие.

Но и это еще не все. Раз в месяц Луна подходит к Земле максимально близко в своем беге по эллиптической орбите. Прилив снова усиливается — на 40 процентов! А к Солнцу Земля бывает ближе всего зимой — тогда увеличивается солнечная приливная сила.

Зависит приливная сила и от многих других вещей — например, она больше, если Луна и Солнце проходят точно над экватором Земли.

Но главное — взаимодействие всех этих причин.

Еще древние халдеи выделяли «сверхгод», период Сарос. Он составляет 18,6 года. Через такой промежуток времени плоскости вращения Луны вокруг Земли и Земли вокруг Солнца совпадают на некоторый срок и на Земле происходит сразу несколько подряд солнечных и лунных затмений, то есть полных сизигий. Значит, раз в 18,6 года приливы на Земле особенно сильны. Но есть, оказывается, и периоды еще более сильных приливов. Раз в 1800—1900 лет Земля, Луна и Солнце входят в полосу «сверхсароса». В это время все три тела не только часто попадают в точное «сизигийное» положение, но одновременно и Земля оказывается ближе к Солнцу, а Луна — к Земле. В такие-то эпохи на Землю и приходят «страшные зимы».

Кто такая Сцилла?

В первый момент все это звучит странно. Положение светил предопределяет климаты, человеческие судьбы, а значит, в какой-то мере влияет и на историю... Но так ли уж это странно? Конечно, общий ход исторических событий определяется внутренними причинами — экономическими, общественными. Но обстоятельства внешние, географические и даже астрономические, могли иногда вмешиваться в этот общий ход, спрятывая или усугубляя иные зигзаги истории. •

Все это относится и к 1850-летним природным ритмам. Учение советского географа А. В. Шнитникова об этих ритмах сейчас уже пользуется широкой известностью в научном мире и уважительным признанием многих географов.

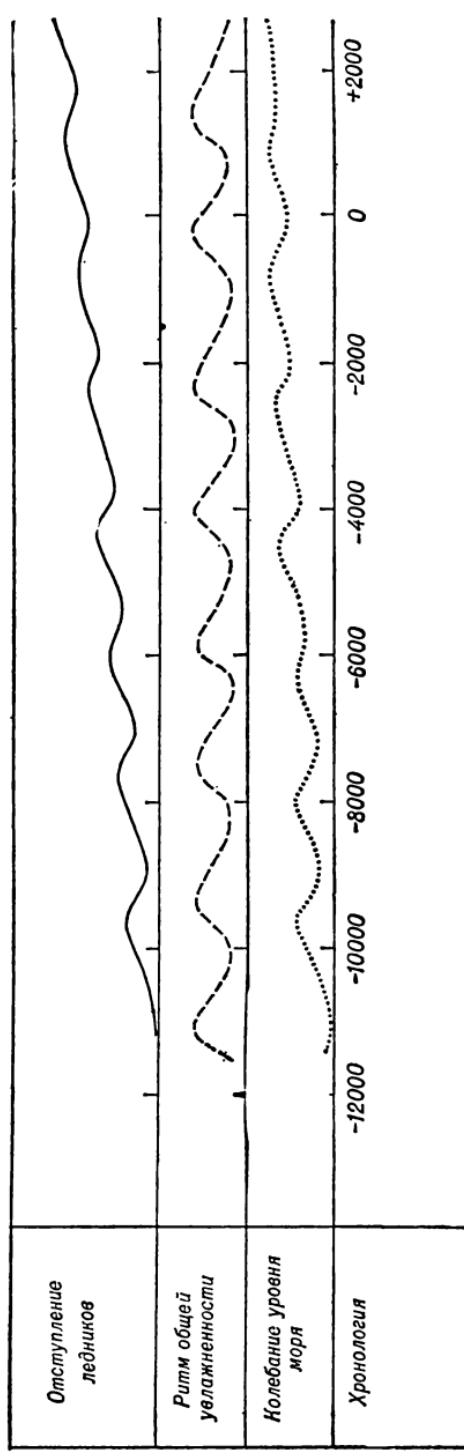
На севере и юге, на западе и востоке, в самых разных условиях, А. В. Шнитников подметил отчетливую закономерность.

Со временем последнего большого похолодания горные ледники повсеместно отступают. Но отступают не плавно (тогда конечная морена ледника тянулась бы непрерывной полосой от самой нижней точки, достигнутой когда-то ледяным языком, до теперешнего его положения), а как бы «гляциологическими квантами».

Конечных морен, четких, ясно очерченных, на пути очень многих ледников обычно восемь. (При условии, конечно, что какой-нибудь обвал, или землетрясение, или неудобно крутой склон не «вымарали» одной-двух морен со страниц гляциологической истории. Но в общем в Японии и в Альпах, на Кавказе и Тянь-Шане и во многих других местах число морен стремится к этой цифре.) Это значит, что за последние 15 тысяч лет, то есть за период голоцена — отступления горных ледников, восемь раз ледники прекращали отход и даже наступали. Тут-то и накапливались отдельные конечные морены. Затем ледник снова отходил и оставлял следующую морену — зарубку на память. Восемь циклов за 15 тысяч лет. Так нащупывалась связь между климатическими ритмами и периодичностью сверхприливных эпох.

Похоже, эта 1850-летняя изменчивость приливов влияла на климат. Но как? Есть ли связь между чисто механическим явлением — приливами и сложным циркуляционным механизмом земных ветров, течений, осадков?

А. В. Шнитников подчеркивает, что он ничего такого не открыл. Он только собрал вместе и проанализировал разрознен-



Каждые 1850 лет Луна, Солнце, Земля попадают в положение конstellации, при котором приливы на Земле наибольшие. На это космическое эхо откликаются, по А. В. Шнитникову, ритмы изменений уровня моря, мощности горных ледников, общей увлажненности климата северного полушария

ные и как будто мало относящиеся друг к другу наблюдения, исследования целого сонма ученых.

Механизм действия лунного и солнечного приливов на погоду и климат первым нащупал Ф. Нансен во время плавания на своем знаменитом «Фраме». Он обнаружил и правильно объяснил внутренние приливные волны в океане.

Математики иногда фантазируют на тему о том, как бы чувствовали себя некие воображаемые «плоскатики», двухмерцы, не знающие третьей координаты, придающей пространству глубину. Могли бы они догадаться о существовании закрытого для них третьего измерения?

Фактически человек и есть изначально именно такой «плоскатик»: как трудно приходило человечество к осознанию объемности, шарообразности Земли! В науках о Земле «двухмерность» мышления и по сей день подчас дает себя знать. Многие зарубежные океанологи, мысля «в одной плоскости», не могли, например, вообразить себе, что океан не просто большая лужа, а живое, постоянно меняющееся, трехмерное творение природы. Они хотели бросать в глубоководные впадины радиоактивные отходы, не веря в существование водообмена между поверхностью и глубинами...

Так и внутренние волны. Наш знаменитый океанолог и метеоролог В. Ю. Визе писал о простоте и незаметности этого явления, долго выпадавшего из поля зрения ученых именно в силу своей трехмерности.

«Патерсон приводит действительно поражающий пример, относящийся к гидрологическому разрезу между Норвегией и Исландией. На широте $63^{\circ} 21' N$ и долготе $4^{\circ} 00' W$ изотерма 0 градусов (примерно отграничитывающая область придонной арктической воды от более теплой верхней) была обнаружена на глубине 450 метров; 16 часов спустя та же нулевая изотерма оказалась на глубине 94 метра. Таким образом, менее чем за сутки внутренняя волна подняла холодную воду... на 356 метров. Удручающий пример, показывающий, каким иногда слабым приближением к истине могут быть наши гидрологические разрезы, стоящие нам столько усилий!»

Теперь немного разъяснений. Помимо той основной поверхности, которую мы знаем в море,— границы между водной и воздушной оболочками — есть там и другие поверхности и границы, невидимые, но весьма важные.

Это — изотермы и изогалины — поверхности, разграничающие слои разной температуры и солености. Причем это во все не умозрительные, абстрактные границы, а подлинные,

физические. Можно сказать, что это границы между разными автономными водами, неохотно проникающими одна в другую. В случае, о котором говорит В. Ю. Визе, поверхность холодного подводного «моря» в той части Атлантики, где наслаждаются друг на друга теплые южные и арктические воды, поднялась в виде гигантской внутренней приливной волны почти к самой поверхности океана, охладив ее, а через нее повлияв и на температуру воздуха.

Иногда внутренняя волна вырывается на поверхность. В устьях рек, там, где смешивается пресная и соленая вода, это явление особенно часто. Здесь внутреннюю волну может вызвать даже гребной винт. Судно теряет управление и почти перестает двигаться при работающих вовсю машинах. Капитаны говорят: мертвая вода. Иногда что-то подобное бывает просто на мелководьях, где на поверхность вырывается мчащаяся на глубине вслед за движущейся по небу Луной внутренняя приливная волна.

Интересно: тот же Полибий, что так не верил в правдивость бедного Пифея, всячески доказывал документальность всех без исключения путешествий... Одиссея. Знаменитое приключение отважного капитана между Сциллой и Харибдой Полибий толкует так. Дескать, в Мессинском проливе (на его берегах и сейчас еще есть деревушки Шилла и Коридда) часты очень бурные приливные течения. Поэтому корабли здесь нередко теряют ход, бурные злые волны иной раз могут неожиданно выбросить их на скалы даже против ветра! Иному мореходу в такой ситуации действительно могло показаться, что не он налетел на скалу, а скала накинулась на него!

Современные исследования подтверждают эту догадку Полибия. Оказывается, в Мессинском проливе во время наиболее сильных приливов между тяжелыми водами Ионического моря и более легкими — Тирренского моря и сейчас часто развивается внутренняя волна до 60 метров высотой! Иногда она выплескивается на поверхность моря. Сейчас уровень океана выше, чем во времена Полибия и тем более Гомера. Так что тогда это явление могло проявлять себя еще более внушительно, чем теперь.

Невидимую глазу, но красивую по самой своей сути картину сумели «увидеть» датские океанологи Дитрих и Галле у Гибралтарского пролива.

Под вставшим на якорь у знаменитых Геркулесовых столпов научным судном «Дана» кипел невидимый прибой. Огромные внутренние волны накатывались — две в сутки, как

часы, подчиняясь лунному приливному ритму,— на мелководье пролива. Граница между разной по солености, а значит, и по плотности средиземноморской и атлантической водой за-прокидывалась здесь вертикально, вздымаясь на сотню метров!

Как оно было

Сначала вождь карфагенян пытался обойти это трудное место: но после того, как выпал снег, благодаря которому путь сделался совершенно непроходимым, он отказался и от этого.

Обстановка сложилась как-то особенно необыкновенно: на прежний снег, оставшийся от прошлой зимы, выпал в этом году новый.

Полибий о переходе Ганнибала через Альпы

Теперь попробуем проследить за одним из сверхвековых 1850-летних климатических ритмов.

Пятый век до нашей эры. Солнце, Луна и Земля в очередной раз стали в позицию, при которой приливы на несколько процентов выше их среднего многовекового уровня. Еще больше, чем внешние приливы, увеличиваются внутренние приливные волны. Они подводят к поверхности океанов холодную воду с глубин. Резко нарушается обычный характер образования и движения циклонов. Повышается ледовитость морей. Снег пополняет ледовые запасы горных ледников. Дожди оживляют вчерашние пустыни. И поверх старых фресок Тасси-ли, оставшихся от двух предыдущих влажных эпох, появляются новые. Свайные поселения варваров на альпийских озерах повсеместно гибнут, затопленные вздувшимися хлябями. И это было уже не ново: во втором тысячелетии до нашей эры точно так же были затоплены здесь свайные поселения других, еще менее цивилизованных народов. Но всякий раз это казалось неожиданной катастрофой.

И только с высоты нашего современного знания мы видим, что это было закономерным и неизбежным повторением событий, уже пережитых людьми, но забытых. И снова, как и тогда, в каменном веке, люди эпохи металла, проклиная своих богов (иногда случайно угадывая, возможно, истинных виновников — Луну и Солнце), покидали места, где, как им казалось, они жили всегда. И наоборот, вновь расцветали иссохшие было земли. Пустынная Северная Африка была тогда житницей эллинского мира, а потом и римлян.

Зато позже, к моменту торжества христианского варварства, в Европе наступил «золотой век» для северных стран, скованных до этого оцепенением страшных зим.

...Викинги распространяют свои набеги все дальше. Природа им благоприятствует — в VII—VIII веках нашей эры Северный Ледовитый океан был практически свободен от многолетних льдов!

Именно в это время приливы на Земле невелики, ибо Солнце и Луна действуют разрозненно, «не на полную силу». Тут еще действует цепная реакция. Уменьшается ледовитость морей и континентов, суще становится климат, вода уходит в океан, и уровень моря повышается. Земля, «потолстев» благодаря океанам в талии, несколько замедляет скорость своего вращения. Дальше цепочка причинно связанных событий продолжается так: ослабленное вращение Земли — уменьшение центробежных сил — Земля несколько меняет свою фигуру, становится менее сплюснутой. Для океана это означает, что часть воды из тропиков устремляется к полюсам. Это опять-таки разогревает умеренные и полярные широты.

Еще во влажную эпоху, в I веке до нашей эры, китайцы построили часть Великой стены к западу от Ту-хуан. Стена, как известно, хорошо сохранилась до наших дней. Тем более загадочно, что уже в I веке нашей эры китайцы вдруг охладели к своему творению. Стена перестала охраняться. Почему?

В начале нашего века этот вопрос специально изучала экспедиция английского географа А. Стейна. Вот что выяснилось. Строя стену, китайцы старались сочетать искусственную преграду с многочисленными озерами и болотами, которые прерывали стену в десятках мест. Когда, уже в нашей эре, началось большое иссушение климата, болота и озера стали исчезать. Китайцы какое-то время пытались подстраивать новые участки стен, но природа действовала быстрее.

Интересно, что в 1907 году, когда на севере Китая работала экспедиция А. Стейна, уровень каверзных озер и болот был выше, чем при строительстве стены. Это, кстати, говорит о том, что нынешние сухие и теплые века только начались.

Уже под закат «золотого века» викингов Эрик Рыжий во главе целой флотилии из 25 судов отправляется колонизовать открытую незадолго до этого Гренландию. Из 25 судов только 14 достигли цели. Перед поселенцами — девственная земля. Тучные пастища, не пуганные человеком олени: эскимосов тогда еще не было, они охотились далеко на севере, где были льдины, а на льдинах — морской зверь.

Колонии норвежцев быстро расширяются, укрепляются, и в 1000 году Лейф, сын Эрика, основывает в Америке, на Ньюфаундленде, Винланд. Скандинавы проникали, видимо, и

южнее. В Гренландии на месте одного из поселений нашли кусок антрацита, хотя ближайшее месторождение угля — современный Род-Айленд в США.

Но проходит два-три столетия — и картина меняется.

Сначала исчез Винланд, заморская территория гренландцев. Потом выродилась северная гренландская колония — там остались одни женщины. Женщины ушли к эскимосам, бросив скот, дома. Южная колония держалась дольше всего. В 1410 году из Гренландии вышло последнее судно, добравшееся до Европы. Моды, запечатленные в одежде колонистов, похороненных последними, застыли на XV веке, хотя, видимо, европейцы жили на юге Гренландии до начала XVI века. Но уже в середине XVI столетия пробившийся сквозь льды корабль не нашел никого. Новая, датская колонизация, начавшаяся в 1721 году, застала на месте норвежских хуторов *йглу* эскимосов.

По этим этапам лучше, чем по любому географическому описанию, можно почувствовать, как все более прочный барьер вставал между колонистами и Европой. Новый век страшных зим обложил Гренландию многолетними нетающими льдами. Иссяк приток людей, строительных материалов, без которых не было домов, а главное — судов (суда при северном бездорожье — все). Оставалось либо вымирать, либо смешиваться с местным населением. Эскимосы к этому времени уже пришли с севера, пришли вместе с наступающими льдами вслед за появившимся на юге Гренландии холодолюбивым зверем. Эскимосы были гораздо лучше приспособлены к обособленному существованию, чем жители Европы.

Кончился ли век страшных зим? Да, кончился, и сравнительно недавно.

Снова мелеет Каспий.

Отступают ледники, тундра. В Исландии из-под уходящих ледников показались полуразрушенные поселения викингов. Вмешиваются в этот процесс, правда, другие приливные ритмы и циклы солнечной активности — одиннадцатилетний, вековой. Эти волны накладываются друг на друга, создают сложную картину. Но главной закономерности они изменить не могут.

Глядя в прошлое, мы можем предсказать, что впереди — несколько «золотых веков». Северный океан действительно «разрешит оковы вещей» и перестанет быть Ледовитым. За эти века человек, возможно, научится разумно вмешиваться в ритмы своего мира и предотвратит следующую страшную зиму.

Трудная жизнь на земном волчке

Невозможный разговор

- Ну, как вам нынче вертится?
- Ничего, помаленьку. Только, знаете, опять Арап пропал.
- Вот как?!
- Да... И этот... Балхаш на юг съехал.
- Вы подумайте! А Байкал?
- Этот на месте. Только его всего перекосило.
- Как грустно!
- Нет, ничего. Нам не привыкать.

Вполне возможный разговор

- Так. Ну, конечно, это о каких-то географических изменениях лика Земли. Но... при чем тут «как вам вертится»? Разве вращение Земли может причинять какие-то удобства или неудобства?
- Может, оказывается. О чем и пойдет речь в этой главе.

Как вам вертится?

На каком-то этапе персонального дошкольного открытия мира в нас поселяется неуверенность и беспокойство. Это когда нам сообщают, что наша круглая планета вертится подобно волчку. Все последующее школьное астрономо-географическое образование посвящено тому, чтобы вернуть нас к первоначальному состоянию лучезарной веры в устойчивость опоры под нашими ногами. Нас убеждают в том, что все время вот так вертесь — это ничего страшного, пустяк, это все равно как если мы покоимся, а вертится вокруг нас прочий посторонний, не имеющий к нам отношения космос.

И в первом, грубом приближении это правильно. А второе приближение — сила Кориолиса, действующая на направление земных ветров и течений, подмывающая правый берег реки в северном полушарии и левый — в южном, образующая звитки циклонов, — все это нас трогает мало, если, конечно, мы не становимся метеорологами или географами.

Но вот, оказывается, вращение Земли, а вернее, почти незаметные, микроскопические перемены в этом вращении влияли и влияют на судьбы племен и народов, на благополучие целых цивилизаций...

...328 год до нашей эры. Слава Александра Македонского достигла вершины. Правда, индийский поход еще впереди, а

пока македонские фаланги переправились через Амударью и достигли Сырдарьи, где выстроили Александрию-Крайнюю.

Древнегреческие историки оставили нам описания ожесточенных сражений в пустынях и оазисах этих мест. Все есть в этих описаниях и комментариях: высокие горы Тянь-Шаня, пески и мутные реки. И другие довольно любопытные историко-географические свидетельства. Но ни словом эллинский мир в это время не обмолвился о таком чуде Средней Азии, как Арал. Величайшее озеро Средней Азии, подлинное море пустыни оставалось незамеченным.

Странно, не правда ли? Особенно если учесть, что Арал располагался совсем недалеко от границ тогдашнего цивилизованного мира.

В чем же дело? Может быть, Арала в его теперешнем виде просто не было? В самом деле, уровень озера посреди пустыни, не соединенного ни с каким морским бассейном, принимающего две не такие уж большие реки, мог сильно колебаться в зависимости от климата эпохи.

Рядом Каспий. Его уровень прослежен далеко в глубь веков. Может быть, Каспий подскажет, что было с Аралом? Ведь Каспий мелел и вновь наливался водой, подчиняясь общепланетным климатическим ритмам.

Новая загадка. В те века, когда Арал таинственным образом блистательно отсутствовал в письменных документах, в это самое время Каспий был, как никогда позже, полон водой!

V—VI века до нашей эры приходились на максимум в 1850-летнем цикле «увлажненности» северного полушария, выделенном, как мы знаем, советским ученым А. В. Шнитниковым.

То были века страшных зим в северных странах, века плодородия и изобилия на опустевших впоследствии берегах Северной Африки, время очень высокого уровня озер, в том числе и Каспия. Но... за исключением Арала!

Странность. Но ученые привычны к тому, чтобы искать новые закономерности там, где странно.

Минула тысяча лет, половина шнитниковского периода. Настала золотая для северных стран пора раннего средневековья. Северный Ледовитый океан не ледовит, а уровень Каспия намного ниже теперешнего, как говорят, катастрофического. А Арал? На примитивных и грубых европейских картах раннего средневековья обязательно отмечено большое море к востоку от Каспия. Арабские источники тоже упоминают о нем, о кораблях, бороздящих его волны.

Новая пора страшных зим XIV—XV веков, погубивших Винланд и норвежские колонии в Гренландии. Опустошательные дожди и наводнения в Европе, высокий, хотя и не такой, как за 2 тысячи лет до этого, уровень Каспия. А на далеко уже не примитивных европейских картах позднего средневековья к востоку от довольно современно очерченного Каспия — никаких признаков Арала!

Вероятно, Арал был и тогда, никуда не делся. Но был в виде хоть и большого, но достаточно рядового озера, которое можно и «не заметить». Интересно, что признаки каверзной своей самобытности Арал проявлял и в последнее столетие, уже будучи под надзором географов.

Почему Арал ведет себя наоборот? Съеживается, когда климат делается более влажным, и «разбухает» в засушливые века? Этим вопросом заинтересовались советские географы Т. Д. и С. Д. Резниченко. В составе однотипных, требующих объяснения фактов, собранных ими, проблема Арала¹ заняла хоть и заметное, но вполне рядовое место. Целый комплекс явлений упирался, оказывается, в режим вращения Земли.

А Земля вращается со скрипом

А Земля вращается со скрипом... С неслышимым, конечно. Это если подразумевать под скрипом замедляющую силу трения. Луна, Солнце образуют на поверхности нашей планеты приливные горбы. Глубины морей и каменные недра земные тоже невидимо колеблются под действием гравитационных возмущений от наших главных светил. Приливное трение замедляет обороты земного волчка. Но это постоянное, из века, замедление, не о нем здесь речь.

Как уже знает читатель, приливы на Земле не постоянны. Раз в 1850 лет они бывают особенно сильными: Луна, Земля и Солнце оказываются в позиции, особо благоприятной для

¹ Здесь необходимы некоторые оговорки. Вопрос о «противофазности Арала» относится к числу весьма спорных. В частности, профессор А. В. Шнитников категорически не согласен с этой точкой зрения. Аральское и Каспийское моря, по его мнению, в века страшных зим одинаково наполнялись водой, подчищаясь общему климатическому ритму.

Однако автор этой книги не берет на себя смелость каким бы то ни было образом разрешать научные разногласия. Вероятная судьба многих «экзотических» гипотез и теорий, изложенных здесь,— забвение. Но каких именно, сейчас, разумеется, сказать невозможно. Поэтому гипотеза Т. Д. и С. Д. Резниченко излагается здесь с той примерно аргументацией, с какой она появилась в научной печати (см. «Земля во Вселенной» [сб.]. М., 1963).

гравитационного воздействия светил на Землю. И это в конечном счете еще более тормозит вращение Земли. В конечном счете, то есть в целом, в среднем. А конкретно в момент «сверхксароса» Земля может даже прибавить оборотов.

Почему?

Вспомним: «сверхксаросы» совпадают с веками страшных зим. Внутренние приливные волны поднимают в океанах нижние холодные горизонты к поверхности воды. На огромных пространствах охлаждаются полярные и умеренные широты. Набухают белые полярные шапки Земли, переходят в контрнаступление горные ледники. Это означает, что значительная часть влаги перераспределяется: переходит из океанов на материки и в полярные льды. Земля «худеет» в талии и начинает вращаться быстрее, как балерина, прижавшая к телу руки.

И наоборот. Подсчитано, что если за какое-нибудь лето лед, покрывающий одну только Антарктиду, подтает и потеряет в своей многокилометровой толщине всего лишь 1,2 сантиметра, то уровень мирового океана повысится на 1,2 миллиметра. Такое «похудение» ледникового щита Антарктиды и тем более ничтожное повышение уровня моря измерить практически невозможно. Но если подобное лето повторится 100 раз, то за один только век земные сутки удлиняются на 18 секунд!

Обыкновенный хронометр — а еще лучше не обыкновенный, а какой-то особо точный — может быть куда более надежным климатографом, чем самые точные измерители уровня моря и толщины ледового покрова.

Представим себе: пришел на берег моря океанолог. Он хочет узнать, как меняется здесь из года в год уровень моря. Узнаёт. Причем узнаёт, меряя от чего-то твердого, «надежного» — от суши, дна. А за несколько километров от океанолога похожие измерения проводит геолог, специалист по современным движениям земной коры. Он хочет выяснить, поднимается или опускается вверенный ему участок земной коры — побережье, дно моря. И ведет он свои измерения от того, что кажется ему незыблемым и надежным, — от уровня моря. А потом оба специалиста составят каждый свой отчет, где одно и то же взаимное перемещение уровня моря и морского дна, берега будут трактовать абсолютно противоположно. Если полистать труды океанологов и тектонистов, то такие исключающие друг друга исследования попадаются нередко.

В Италии, вблизи местечка Понццуоли, у самого берега стоит храм Сераписа. О нем как раз очень любят рассказывать

специалисты по современным тектоническим движениям. На многострадальных колоннах храма — следы размывающего действия прибоя, ракушки, прилепившиеся к мрамору... Во II веке до нашей эры, когда храм выстроили, от подножия его колонн до уровня моря было целых 6 метров. Но уже в V веке нашей эры этих колонн коснулись волны. А в X веке медленное погружение храма прекратилось и сменилось резким «всплыvанием». К XVI веку с отметки минус 6 храм выдвинулся из воды на 7 метров. 13 метров за шесть веков! С тех пор храм снова опустился, и сейчас вокруг колонн опять плавают кефали.

Что в этой истории настораживает — это профиль линии, которая получится, если нанести на график все приключения храма. Пики, самые высокие положения храма, вблизи веков страшных зим, и впадина там, где наступала золотая пора: годы, когда Лейф Удачливый основал Винланд, и нынешние времена, когда климат тоже быстро теплеет и становится суще. Похоже на связь с 1850-летним климатическим циклом А. В. Шнитникова! Так, может быть, все-таки уровень моря колеблется возле храма, а не храм ныряет в воду?

Если это так, то уровень Средиземного моря, во всяком случае северной его части, резко падал именно в века высокой увлажненности северного полушария, а в сухие годы сильно повышался.

Правда, Средиземное море связано с океаном, уровень которого тоже повышается в сухие годы (океан отнимает воду у суши). Но в океане это сантиметры, а здесь — метры!

Теперь немного воображения.

Скорость вращения Земли в век страшных зим заметно возрастает. Воздрастают и центробежные силы, сплющающие Землю у полюсов. Земля сплющивается еще больше. Часть ее массы перетекает к экватору. Но если в твердой земле это происходит далеко не сразу, с расстановкой и инерцией, то водная поверхность «геоида» перестраивается быстро. К экватору перетекает масса воды. В морях умеренных и северных широт берега как бы поднимаются из пучины, обнажается морское дно. В сухие века, когда скорость вращения земли падает (например, сейчас), идет обратный процесс: морские воды текут на север.

Возможно, именно так можно объяснить приключения храма Сераписа и современное наступление Черного моря на его берега, особенно северные. Здесь уровень воды повышается в 2—3 раза быстрее, чем в Мировом океане. Здесь, правда не

без помощи человека, съедаются километры пляжей, рушатся и обваливаются в море подмытые прибоем высокие берега.

Реки тоже «чувствуют» глубокое «внутреннее влечение» к северу, когда начинает быстро падать скорость вращения Земли. Если река течет на юг, то эта встречная сила как бы подпруживает ее. Течение реки замедляется, русло искривляется, появляются старицы, протоки, дельта расчленяет ее устье. Там медленно текущая вода нагромождает наносы. Пример — дельты Волги, Днепра.

Быстрое падение уровня Каспия в наши дни, помимо всего прочего, объясняется еще и тем, что Волга — а это 80 процентов всего «прихода» Каспия — тратит сейчас силы и влагу на борьбу с могучей встречной силой, влекущей ее к северу. Резко уменьшается наклон к югу огромной равнины, по которой течет Волга.

Если река течет на север, то эти события ей «на руку». Течение ее выпрямляется и ускоряется, русло быстрее вгрызается в горные породы ложа.

Но самое интересное происходит с реками, текущими в широтном направлении.

Реки движутся на север

Ровная, как стол, материковая плита, по которой текут, вырвавшись из горной теснинки, Амударья и Сырдарья, слегка наклонена на северо-запад. Туда, к Аралу, и стремятся обе великие среднеазиатские реки.

Теперь перенесемся мысленно на 4,5 тысячи лет назад. Тогда был почти доисторический век страшных зим, век высокой влажности климата Земли. Катастрофические наводнения в междуречье Тигра и Евфрата, в долине Ганга остались в религиозных мифах как всемирные потопы.

В это время Арал, вероятно, наоборот, иссыхал и чах. Ибо Амударья питала в основном Сарыкамышское озеро, а через него и Узбай и текла в Каспий. Ускорялось вращение Земли — и центробежная сила влекла реку к югу. Миновал полный шнитниковский цикл. Грязнули страшные зимы исторического времени. Греки доходят почти до Арала, видят цветущие оазисы, орошенные пустыни, но ничего про море не сообщают. Но вот наступает иссушение климата VI—VIII веков нашей эры. Гибнет продуманная система ирrigации. И не столько из-за возросшей сухости климата, сколько из-за того, что вся орошательная система учитывала стремление воды к югу.

Аму еще вернется в Узбай (и это сделает возможным расцвет Хорезма) в последний из веков страшных зим. Снова отклонение воды к югу облегчит орошение земель целого государства. А потом военное поражение (нашествие монголов) со-впадет с началом новой тенденции — поворотом реки на север.

Сарыкамыш — конкурент Арала. Он полон, когда Аму отворачивается от Арала. Он пуст, когда полон Арал¹.

Вся огромная равнина Средней Азии образована в результате блужданий Амударьи. Подчиняясь космическому сверхритму, река, как маятник, металась от Арала до Каспия тысячи, десятки тысяч лет. Разравнивала равнину, делала ее плодородной. Посильно помогала ей в этом и Сырдарья. Она тоже немало поблуждала, зачастую следя за старшей сестрой. Когда Амударья текла в Сарыкамыш, Сырдарья впадала в Арал по самому южному из своих сухих ныне русел — Жанадарье. Кстати, еще 100 лет назад это русло не было сухим. А сейчас обе реки упорно подмывают свои крутые северные берега и перемещаются вправо — на 100 метров в 100 лет!

Природные климатографы

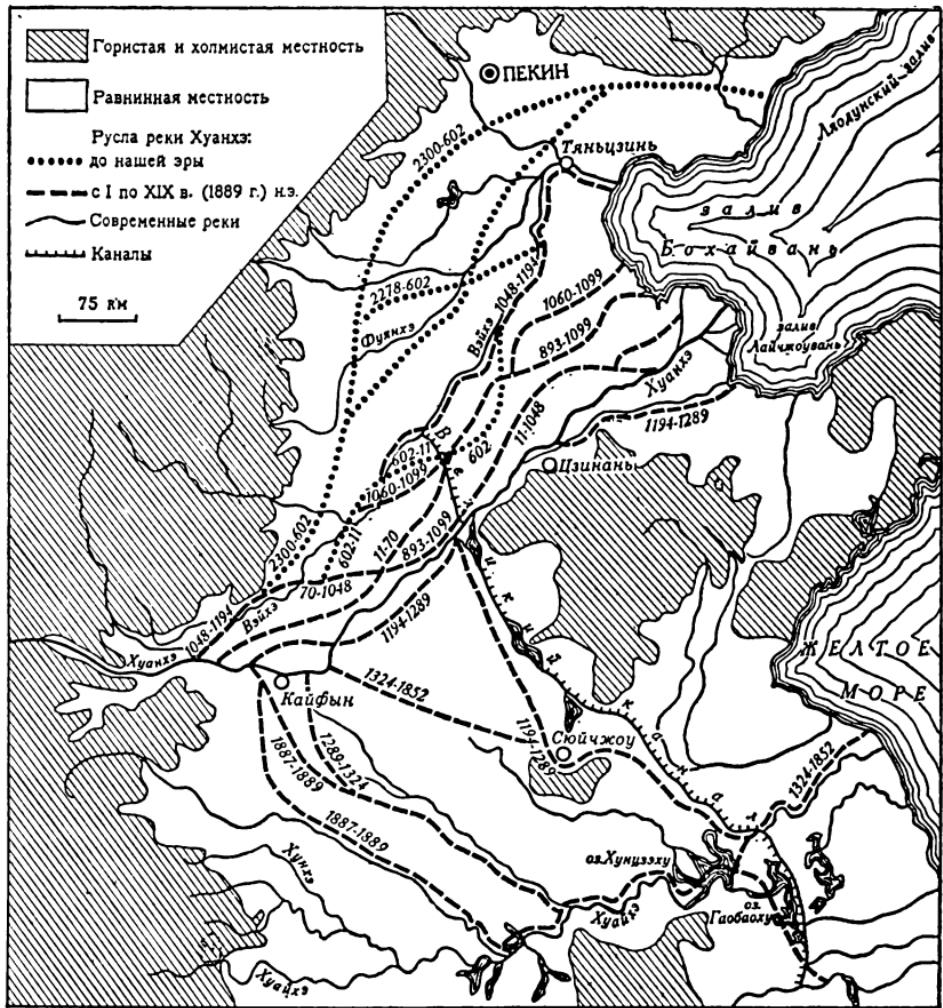
В истории Средней и Центральной Азии вода играла особую роль. И прихотливый режим вращения Земли часто губил здесь целые города.

Великий торговый центр Азии город Хара-Хото... Один взгляд на его руины — и сразу ясно, в чем дело. Хара-Хото был расположен на острове посреди реки Эдзин-Гол. Сухие русла обоих рукавов и сейчас хорошо видны около развалин Хара-Хото. В средние века Эдзин-Гол заворачивал на восток, питая большое озеро.

Но в один прекрасный день Эдзин-Гол повернул на север: это случилось примерно тогда же, когда Аму последний раз отвернулась от Сарыкамыша. Эдзин-Гол заполнил водой другую котловину и образовал другое озеро. А прежнее высохло.

Пржевальский долго искал по древней китайской карте легендарное озеро Лобнор. И нашел его совсем не там, где искал. Впадающая в Лобнор Кончедарья, как стрелка гигантского климатографа, показывала попеременно одно тысячелетие

¹ А. В. Шнитников считает, что причины и следствия во взглядах Т. Д. и С. Д. Резниченко на историю Аральского моря следует поменять местами. Амударья не отворачивалась от Арала, а переполняла его во влажные эпохи и излишком своих вод сбрасывала в Сарыкамыш.



Блуждания реки Хуанхэ за историческое время. Как стрелка гигантского прибора, река показывала то «тепло, сухо» (северные русла), то «влажно, прохладно» (южные русла)

«сухо, тепло», другое — «влажно, прохладно», подчиняясь центробежной силе Земли.

Если продолжить это сравнение рек с научным измерительным прибором, то низовья реки Хуанхэ — это весьма подробная шкала с плавными градациями между двумя крайними положениями. Особенно важно то, что китайцы, для которых Хуанхэ — источник плодородного ила и важнейшая тран-

спортная магистраль, издревле точно отмечали в своих летописях все скачки своеенравной реки.

Самая северная отметка («тепло») пришла на 2300—602 годы до нашей эры. Начало века страшных зим, следовательно, можно датировать примерно 600 годом до нашей эры. Самое южное сухое русло (отметка «холодно») оставили 1324—1889 годы. Это значит, что последние страшные зимы покинули нашу планету еще на памяти живущего ныне поколения.

Сейчас Хуанхэ течет довольно близко к своему самому северному руслу. Можно подозревать, что она еще попытается в ходе нынешнего замедления вращения Земли прорвать дамбы и забраться на север далеко, как никогда.

Список подобных природных климатографов можно продолжать до бесконечности. Каждый из них — подтверждение смелой гипотезы, высказанной Т. Д. и С. Д. Резниченко...

Дунай, который втекает в Черное море по трем гирлям, все более предпочитает течь по северному из них (здесь проходит нынче 70 процентов всего стока Дуная). Кубань впадает в Азовское море, а ведь еще в начале прошлого века часть ее вод втекала по одной из проток в Черное море и Таманский полуостров был островом.

А Балхаш, о странной судьбе которого мы уже упоминали? Балхаш — гигантское блуждающее озеро. В зависимости от эпохи — ускорения или замедления вращения Земли — он двигался по долготе то на юг, то, как сейчас, на север. Выгнувшись дугой, Балхаш прокладывает себе путь, подмывая северный высокий берег и на глазах усыхая на юге.

Даже Байкал, прочно уложенный в скальное ложе, проявляет признаки устремленности на север. Северная часть озера затапливает понемногу берега. Впечатление такое, будто всю огромную чашу озера наклоняют к северу...

* * *

Итак, режим вращения Земли широко и неумолимо влияет на многие природные процессы, происходящие на поверхности планеты. И не только на поверхности. И не только раз в 2 тысячи лет. Не исключено, что землетрясения и горообразование тоже во многом зависят от внутренних напряжений в перестраивающейся фигуре земного волчка.

Еще кое-что о приливах

Воистину ангел, что сидит над морем, ставит свою ногу в море, и вот наступает прилив; потом он поднимает ее, и вот наступает отлив.

Пророк Мухаммед

В этой части книги не раз заходила и еще будет заходить речь о приливах. Приливы — это проявление взаимодействия космических тел с помощью наиболее вездесущей силы Вселенной — тяготения. И не случайно многие совпадения в мировых ритмах ученые стремятся объяснить именно приливными силами.

400 суток в году

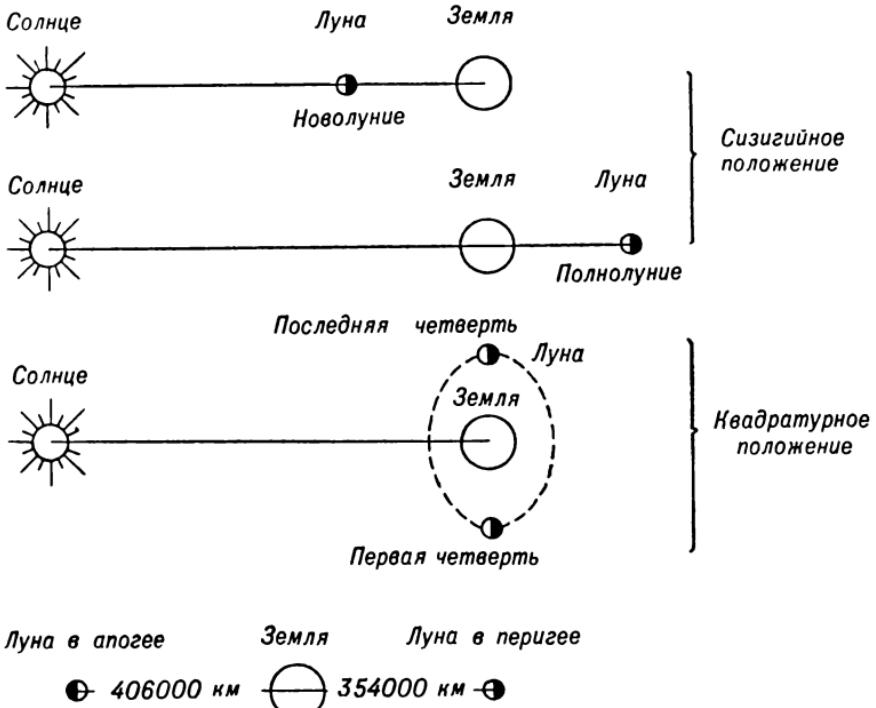
Я напомню несколько основных сведений о приливах. На Земле, в ее водной и воздушной оболочках, в твердом теле планеты действуют лунный и солнечный приливы. Они могут усиливать друг друга, если Луна, Земля и Солнце оказываются на одной прямой, и могут вычитаться один из другого, если эти тела образуют в пространстве прямоугольный треугольник с прямым углом вблизи Земли.

Земля делает оборот за сутки. Значит, в сутки каждый меридиан планеты проходит под Луной или Солнцем только один раз. Но по Земле прокатывается не по одной приливной волне от Солнца и Луны, а по две. Почему?

Это не такой уж простой вопрос. Роджер Бэкон, знаменитый ученый XIII века, искал и не нашел на него ответа. Правильный ответ дал только Исаак Ньютон. Приливная волна образуется на ближайшей к Луне (Солнцу) стороне Земли потому, что эта сторона притягивается светилом сильнее, чем весь земной шар.

Но всю планету Солнце и Луна притягивают сильнее, чем дальную, «тыльную» по отношению к светилу сторону Земли. Земля как бы вытягивается слегка из своих оболочек. Так образуется «волна-антипод», прилив «в отсутствие светил».

Приливные волны, особенно твердые приливы, прокатываясь дважды в сутки вокруг всей Земли в сторону, противоположную ее вращению, тормозят земной волчок. Энергия, украденная приливами у вращающейся планеты, перекачивается в каменную толщу планеты в виде тепла. Возможно, это один из источников разогрева недр Земли.



Приливы на Земле неодинаковы. Наибольшие — в моменты новолуний и полнолуний (сизигии), наименьшие — в моменты квадратур. В перигее Луна на 40 процентов сильнее притягивает к себе земные оболочки

Приливами очень много занимался Дж. Дарвин, внук знаменитого натуралиста, тоже выдающийся ученый. Со счетной линейкой в руках он создал стройную теорию приливов, картину мира, меняющего свой облик под действием приливных сил.

По этой теории, Луна, обращенная к Земле одним и тем же скорбным лицом, не вращается из-за того, что приливная волна, вызванная в теле Луны Землей, когда-то остановила это вращение. Приливные силы Луны и Солнца из века в век удлиняют земные сутки. Но... действие равно противодействию. Замедляя вращение Земли, Луна увлекается этим самым вращением в своем беге вокруг Земли. Значит, она стремится двигаться в пространстве быстрее. И следовательно, наш естественный спутник идет вокруг Земли не по совсем замкнутой

орбите, а по раскручивающейся спирали. Поэтому прежде, говорил Дж. Дарвин, земные сутки были короче, зато и лунный месяц тоже был короче. Он длился не 29,5 дня, как теперь, а намного меньше, ибо Луна быстро вертелась над самой поверхностью Земли. Дж. Дарвин даже решил, что Луна и оторвалась-то от Земли и с тех пор все время от нее удаляется.

И точно такое же взаимодействие существует между Землей и Солнцем. Земля, как и другие планеты, пусть слабо, но тормозит своим притяжением вращение Солнца, вызывая приливы в теле звезды. И испытывает обратное воздействие вращающегося вокруг своей оси Солнца. Ничтожный приливной горбик в оболочке светила, образованный Землей, катится по звезде против ее вращения, стремясь пристроиться точно под планетой. Его тормозит слегка сопротивление массы Солнца. Он немного отстает от движения Земли по небу Солнца, а если смотреть с Земли, то этот «горбик», наоборот, чуть-чуть «впереди» Земли. Он влечет за собой нашу планету, раскручивает ее вокруг Солнца. Земная орбита, следовательно, тоже ежегодно удлиняется — на ничтожную величину, но неуклонно. Увеличивается, следовательно, земной год.

К чему все это приведет? Луна удаляется от Земли и замедляет ее вращение вокруг оси. Эти два процесса направлены как бы навстречу друг другу. Земля стремится вращаться с той же угловой скоростью, что и Луна вокруг нее. Компромисс, по подсчетам американского ученого Дж. П. Койпера, будет достигнут на 50 теперешних сутках: 1200 теперешних часов — такова будет продолжительность и лунного месяца, и суток. Луна повиснет над какой-то одной точкой нашей планеты. Интересно, над какой? Это будет через многие миллиарды лет. Но и это будет еще не все. С этого момента вращение Земли будет тормозить только солнечная приливная сила. Земля начнет вращаться в обратную сторону относительно Луны. И приливная цепочка Луна — Земля будет работать уже в сторону торможения Луны. Луна приблизится к Земле и упадет на нее. Но это будет уже через десятки миллиардов лет. Если будет... По подсчетам того же Дж. П. Койпера, Солнце, уже увеличившее свою яркость на четверть по сравнению с первоначальной, через 2 миллиарда лет раскалится настолько, что на Земле закипят океаны. А через 4 миллиарда лет нашу звезду раздует чуть ли не до орбиты Земли.

Впрочем, мы отвлеклись. Насколько реальны все эти подсчеты ученых? Кто знает? Но если будущее закрыто для нас, то прошлое... Перенестись в прошлое. Возможно ли это?

Тут нам необходимо ненадолго перешагнуть из космоса на Землю, в глубины ее океанов.

Здесь огромными колониями живут кораллы. Многокилометровые рифы, кольцевые атоллы с райскими лагунами, хрупкие веточки на полках антикварных магазинов — все это остатки совместных поселений удивительных животных, коралловых полипов, имеющих обыкновение строить гигантские коллективные скелеты и, умирая, оставлять их в наследование потомкам.

Многие кораллы похожи на деревья — этакое ветвистое оружие со звездочками щупалец полипов на концах ветвей. И оболочка коралла (ее называют эпитечкой) по своей структуре несколько напоминает древесину: она слоится, в ней можно различить самые настоящие годовые кольца.

Ведь хотя кораллы и тропические животные, они реагируют даже на ту небольшую разницу между зимними и летними температурами, которая все же есть в тропиках. Когда теплее, эпитечка наращивается быстрее, в «холода» ее рост замедляется.

Но между дневными и ночных температурами тоже есть разница. Днем к тому же кораллы, живущие на мелководье, облучаются живительным солнцем. Нет ли в эпитечке «дневных» колец? Оказывается, есть. Если посмотреть эпитечку в микроскоп, между годовыми кольцами можно разглядеть множество гораздо более мелких слоев, в каждом году — около 360. Так, по мнению американского ученого доктора Гороу, запечатлевается в кораллах навеки их привычка питаться больше днем, чем ночью. Навеки...

Но если навеки, нельзя ли посмотреть под тем же углом зрения на древние ископаемые кораллы? В минувшие времена кораллов было иногда даже больше, чем сейчас, и распространялись они шире, чуть не по всей планете. Это, кстати, говорит о том, что климат тогда был теплее теперешнего: ведь кораллы теплолюбивы и вымирают везде, где температура воды опускается ниже 20 градусов.

От благословенных для кораллов времен остались огромные постройки. Например, мощная известняковая гряда, протянувшаяся вдоль всего Уральского хребта, — это остатки грандиозного кораллового рифа, миллионы лет нараставшего в мелком море, которое плескалось в этих местах.

Поразительно сохранившиеся ископаемые кораллы, найденные недавно в США, в штатах Нью-Йорк и Онтарио, исследовал профессор Уэллс. Этим кораллам 370 миллионов лет,

иначе говоря, они из среднего девона. На Земле тогда еще не наступил каменноугольный период.

Под микроскопом возникла знакомая картина. Годовые кольца и суточные тонкие слои. Но... их намного больше, чем 360! Оказалось, что год в среднем девоне длился 400 суток! А «чуть» позже, в самом начале каменноугольного периода, как рассказали еще два ископаемых коралла, год стал длиться 385—390 суток.

Итак, число суток в году со временем уменьшалось. Чем это объяснить?

Тут-то и приходит на помощь теория Дж. Дарвина. Если продолжительность года миллионы лет назад и отличалась заметно от сегодняшней, то по этой теории она могла быть только меньшей, чем сегодняшняя. А вот сутки действительно могли быть намного короче теперешних, и их больше помещалось в году. Лунный и солнечный приливы довольно активно тормозили вращение Земли.

Кстати, следы самих лунных приливов тоже остаются на «страницах» самого древнего календаря Земли. В эпитеke некоторых кораллов можно заметить месячные кольца. В году их 12, и каждое из них включает в себя около 30 суточных слоев. Это примерно равно лунному месяцу, периоду обращения Луны вокруг Земли. Как Луна влияет на кораллы? Да так и влияет — через посредство приливов, которые не одинаковы в течение лунного месяца, а становятся то больше, то меньше в зависимости от взаимного положения Луны, Земли и Солнца. Слой воды над кораллами то становится толще, то почти сходит на нет, что не может не влиять на их рост.

И вот даже в самых старых кораллах нашли «лунные» кольца. Уже одно это было важно: были опровергнуты все гипотезы о том, что Луна — пришелец из космоса, что она недавно, чуть ли не на памяти людской, была захвачена Землей.

Сколько же длился лунный месяц в древние времена? Оказалось, столько же, сколько нынешний, — около 30 суток. Но сутки-то, как мы установили, были короче! Значит, и оборот вокруг Земли Луна совершила быстрее. Она действительно, как и предсказывала теория Дж. Дарвина, вращалась по более близкой к Земле орбите. А в году — об этом рассказали те же ископаемые кораллы — было 13 лунных месяцев!

Итак, Луна действительно была когда-то гораздо ближе к Земле, чем сейчас. И продолжает медленно удаляться от Земли под действием приливных сил.

Приливы в воздушном океане

В этой книге уже упоминались лунные и солнечные приливы в атмосфере. С поисками приливных ритмов в атмосфере связано несколько интересных страниц в истории метеорологии. Воздушные приливы искали долго. Ведь «пятый океан» нашей планеты тоже должен подчиняться закону тяготения. Но как измерить приливы в небе, где нет ни поверхности, ни уровня, ни берегов?

Ведь в обычном океане, не будь у него берегов, тоже трудно было бы заметить прилив. Даже цунами, огромные океанские волны, смывающие с берегов целые поселения, остаются незамеченными с судов, которые совершают плавание вдали от суши. И если океанолог хочет измерить колебания уровня моря вдали от берегов, он помещает на дне или на любой фиксированной глубине на якоре манометр — измеритель давления. Показания передаются на поверхность. Вот давление упало, потом поднялось выше обычного, снова упало ниже среднего уровня, и, наконец, поколебавшись, стрелка манометра установилась на прежнем делении. Значит, в этом месте прошла волна.

А нельзя ли «уловить» подобным способом атмосферные приливы? Эта мысль пришла в голову еще Лапласу, знаменитому французскому ученому начала прошлого века. Ведь барометры — измерители давления на дне воздушного океана — изобретены давно. Лаплас проанализировал измерения атмосферного давления, накопленные Парижской обсерваторией за восемь лет, и... никаких данных, указывающих на существование воздушных приливов, не получил.

Дело в том, что ничтожные волны приливного происхождения буквально тонут в изобилии метеорологических бурь в воздушном океане. Лаплас с присущей этому ученому дотошностью исследовал причины своей неудачи и предсказал, что выявить лунные приливы в атмосфере можно в том случае, если тщательно сопоставить 40 тысяч измерений барометрического давления.

Примерно так оно и вышло. Приливы были обнаружены в 1842 году британской метеостанцией на острове Святой Елены после 17 месяцев специальных наблюдений. Оказалось, что в тропиках, где приливы самые сильные, приливный перепад атмосферного давления составляет всего 0,1 миллиметра ртутного столба. В средних широтах он еще меньше. Сейчас лун-

ные приливы в атмосфере ежедневно отмечаются и исследуются на 60 метеостанциях мира.

Это что касается лунных приливов в атмосфере. Солнечные приливы, и океанские и земные, меньше лунных в 2,5 раза. Далековато все же Солнце от нашей планеты, потому и приливная сила Солнца на Земле меньше лунной. Логично предположить, что в атмосфере солнечный прилив почти неуловим: ведь он, наверное, подчиняется общей для приливов закономерности.

Однако ученые установили, что солнечный прилив в атмосфере больше лунного, и намного — в 16 раз! Или в 100 раз больше, чем это ему «предписано» по теории.

Странное это явление долго объясняли «термическим», тепловым воздействием Солнца на земную атмосферу. Солнце по этой гипотезе усиливает свою приливную волну, нагревая, а следовательно, расширяя, приподнимая обращенную к ней часть земной атмосферы. Это объяснение удовлетворяло всех, пока английский ученый Уильям Томпсон довольно простыми расчетами и рассуждениями не доказал в 1882 году, что термический эффект не то что в 100 раз, а вообще не может заметно усиливать приливную волну. И предложил новое решение проблемы. Во всем виноват резонанс, объявил он.

...По улице проехал грузовик, и вы поморщились от дребезжания стекол. Обратите внимание: вот грузовик взревел (водитель готовится переключить скорость) — и стекло перестает дребезжать, хотя мощность звука, казалось бы, увеличилась. Стекло «вышло» из резонанса, его собственная частота колебаний перестала совпадать с частотой колебаний мотора.

Собственной частотой колебаний обладает любое тело, от струны гитары до двутавровой балки и целого железнодорожного моста. В Петербурге в начале этого века был случай, когда рота солдат, вступившая чеканным шагом на вполне прочный Египетский мост через Фонтанку, обрушилась вместе с мостом в воду. Ритм их марша совпал с собственной частотой свободных колебаний моста. Два ритма вошли в резонанс, усилили свободные колебания в сотни раз, и прочное сооружение не выдержало. С тех пор по уставу воинские части чуть ли не всех армий мира вступают на мосты не в ногу. На крышах высотных зданий, на телебашнях иногда можно ощутить ритм, с которым это здание раскачивается под ударами ветра. Это тоже собственная частота колебаний. Если бы вдруг ветер по какой-то случайности совпал на достаточно долгий срок сои-

ми порывами с этим ритмом, он повалил бы самое прочное здание.

То же происходит и с атмосферой. Она упруга и имеет собственную частоту колебаний. Период солнечных приливных колебаний, как известно, равен 12 часам. Дважды в сутки обегает Землю воздушная волна, вызванная притяжением светила. Расчеты показали, что, если собственная частота колебаний воздуха отличается от периода солнечно-приливных колебаний атмосферы не больше чем на 4 минуты, возникает резонанс, который и увеличит размах приливных колебаний в 100 раз. Оставалось найти эту собственную частоту атмосферных колебаний, и все стало бы на свои места. Но именно это и оказалось самым трудным. Теория Томпсона «повисла в воздухе», не подтвержденная доказательствами, на целых полвека.

В 1883 году взорвался вулкан Кракатау. Взрыв был равен по силе термоядерному. И слышно его было на расстоянии 3 тысяч километров. Катастрофа, стоившая жизни десяткам тысяч людей на островах Индонезии, раскачала всю атмосферу планеты. Ученые не замедлили этим воспользоваться, чтобы найти период свободных колебаний воздушного океана. Получилось около 10 часов 30 минут. На 1,5 часа меньше, чем требуется для того, чтобы начал действовать резонанс! Ошибка? Нет. Изучение воздушных волн от взрыва знаменитого Тунгусского метеорита 30 июня 1908 года и от извержения сопки Безымянной на Камчатке 30 марта 1956 года подтвердили первоначальные измерения. Как быть?

Целый ряд ученых — Дж. Тейлор, К. Пекерис, Сидней Чепмен и другие — разрабатывали до войны теорию волн в атмосфере. Они предположили, что атмосфера имеет не один, а несколько периодов свободных колебаний. Она похожа в этом отношении не на камертон, дающий всегда один и тот же тон, а на грубый орган, способный звучать на разные голоса. Роль органных труб в земной атмосфере могут играть разные слои атмосферы, нагретые неодинаково.

К. Пекерис даже рассчитал температурный профиль атмосферы, при котором атмосфера «звучала» бы одновременно на несколько голосов. Ученый предположил, что на высоте 80—85 километров над Землей расположен холодный слой. К этому же выводу пришли тогда советские ученые В. В. Федынский и К. П. Станюкович, изучая фотографии пролетающего через этот слой яркого метеорита. Так теория резонанса, объясняющая странно высокий солнечный атмосферный прилив, получила наконец подтверждение. И, как это часто быва-

ет, разгадка одной тайны принесла дополнительные важные результаты. Задолго до эры высотных ракет ученые получили правильное представление об устройстве воздушного океана планеты.

Из грязи в князи

Против того берега в море лежат острова, на одном из них на расстоянии трех дней пути от материка находится огромный вулкан. В определенное время года он ревет, огни его увеличиваются, поднимаясь к небу, как самые высокие горы, и он выбрасывает огня больше, чем размеры этого моря, так что видно его на расстоянии почти ста фарсахов от берега. Этот вулкан можно сравнить с вулканом Буркан, находящимся в Сицилии, в земле франков.

Масуди. Луга золота и рудники драгоценных камней (X век)

Сходство или родство?

О, вулканы! Это прекрасно! Это поэтично, философично, грандиозно и грозно!

Это град раскаленных каменных ядер, нацеленных в голову отважного вулканолога.

Это газовая туча, в недрах которой может задохнуться население целого острова.

Это взрывы, равные по мощности взрывам водородных бомб.

Это слепая ярость потоков жидкого камня!

В общем все это внушает уважение, но не это сегодня тема нашего разговора.

Обратим взор на гораздо менее громкое (хотя и не безгласное), менее прекрасное (а на чай-нибудь взгляд, нелепое) создание неистощимой на выдумки природы. Знакомьтесь: грязевой вулкан.

Он же: сальза (грязница), макалуба (разрушитель), салинелла (соляница), боллитори (кипун) — в Италии; вулканинос — в Боливии; номар — в Исландии; ахтарма (белуха), боздаг (сероглав), пильпиля (что-то вроде буль-буль), кейнар (опять же кипун), отманбоз (стрелец), порсугель (кипень-озеро), патлаух (переводится примерно как «ух, навалюсь!») — это все у нас в Закавказье, где путешествовал отважный и мудрый араб Масуди. Не менее метки и русские прозвища стран-

ногого создания природы. Русское население Предкавказья, где грязевые вулканы тоже есть, издавна именует их либо горячими горами, либо кратко-презрительно — блеваки.

О грязевых вулканах пишут мало. Как-то неудобно. Все-таки грязь из него льет, самая настоящая. Черная, жидккая. Да и запах... Сероводород...

Вулканологи грязевыми вулканами обычно не интересуются. Не то что гнушаются, а так, не считают за вулканы, и все. Осадочный вулканализм, говорят, это по части нефтяников. И действительно, сальзы часто сопутствуют месторождениям нефти. И потому нефтяники хорошо знакомы с ними.

И все-таки такой специальности — грязевулканолог — пока нет. Нет людей, посвятивших всю свою жизнь изучению странного и до сих пор малопонятного явления, нет своего певца, своего Гаруна Тазиева у бедных родственников великой династии вулканов благородных.

Родственников? Значит, родство все-таки есть?

Нет. Только сходство — упираются многие, очень многие специалисты...

Вулкан-замарашка

Нет никаких признаков того, что грязевым вулканам плохо от такого непризнания. Наоборот, они процветают и живут полнокровной жизнью там, где «настоящий», «благородный» вулканализм выродился и зачах и не дает себя знать уже сотни лет, например на Кавказе. Их не подавляет, не приводит в трепет и близкое соседство с родовитыми великанами: сальзы есть в вулканических долинах Исландии, на склонах огнедышащей Этны (Бурканы, как называл Этну славный Масуди). Но человеку это не безразлично, ибо во всем он, как известно, стремится «добраться до основы», даже если это и не сулит никаких особых выгод. А тут и выгода есть. Грязевые вулканы — это нефть и горючие газы. А потому вокруг сальз идут споры.

Некоторые геологи говорят, что кавказские и сицилийские сальзы противоположны по сути. Грязевой вулканализм на склонах Этны при всем желании трудно отделить от вулканализма благородного. Извержения грязевые по времени часто совпадают с извержениями нормальными. Сама грязь — смесь воды и ила — там часто горячая. Состав газов тоже большей частью «вулканический».

Совсем другое дело, говорят те же самые геологи, грязевые вулканы Кавказа. Действующих вулканов рядом нет — раз. Грязь и изверженные газы обычно холодные — два. Огненные извержения грязевых вулканов — это, грубо говоря, горение природной газовой конфорки. Метан и другие горючие, сопутствующие нефти газы, которые испускаются сальзами Кавказа и Закаспия и которые не характерны для настоящих вулканов, просто горят при встрече с кислородом воздуха. Воспламеняются же они от электрических разрядов, происходящих в кратере, где бурлит смесь газов и обломков горных пород. Да и состав грязи другой: на Кавказе грязь, или, более корректно, сопочная брекчия, в большой своей части состоит из нефтяных битумов. Противопоставление, как видите, как будто получается. Но законно ли оно?

Представим себе физика, толкующего о принципиальной противоположности... ну, скажем, рентгеновского излучения и желтого света.

— Это же совершенно разные вещи, — говорит этот воображаемый физик. — Рентгеновские лучи проникают даже сквозь металлы, а желтый свет и сквозь воду проходит неважно. С другой стороны, желтого света мы сколько угодно получаем от Солнца и Луны, а рентгеновского — нет.

Такое противопоставление можно долго еще продолжать. Да, рентгеновские и видимые лучи различны по многим свойствам. Но это не меняет сути дела, которая заключается в том, что и желтый свет, и рентгеновские лучи — это просто разные куски спектра одного и того же электромагнитного излучения. И Солнце излучает весь этот сплошной спектр, только земная атмосфера оказывается для χ -лучей такой же непрозрачной, как металлическая пластиинка — для желтого луча фонарика. Между χ -лучами и желтым светом не пропасть, а постепенный, плавный переход через синий, фиолетовый свет, ультрафиолет и т. д. И все эти куски спектра, хотя и занимают в нем определенное место, могут даже переходить один в другой за счет эффекта Допплера. Можно представить себе источник желтого света, приближающийся к нам со все возрастающей скоростью. И для нас этот желтый свет благодаря эффекту Допплера на глазах менялся бы, увеличивая свою частоту: он стал бы синим, фиолетовым и так далее, до рентгеновского.

Не может ли и в обществе грязевых вулканов — едином, но многообразном — быть такого же спектра свойств и характеров, постепенного перехода от сальз, откровенно привязанных

к «большим» вулканам, до «вулканитосов», связанных с вулканизмом в буквальном смысле подпольно?

В Италии прослеживали, иногда буквально рядом, весь спектр от сальз явно «плутонического» происхождения (например, грязевые сопки Патерно, выделяющие почти сплошь углекислый газ с добавкой азота — смесь, характерная для «благородных» вулканов) до знаменитого вулкана Макалуба, точного близнеца многих наших закавказских грязевых вулканов, выплевывающего в огромных количествах метан. И нефтяных битумов во многих грязевых вулканах Италии хватает.

И вот возникает вопрос: что, если привычное для геолога противопоставление настоящего и грязевого вулканизма — вещь надуманная? Что, если прав великий Гумбольдт, который и большие вулканы, и «вулканитосы» почитал за проявление одних и тех же сил?

И что, если наш Кавказ, изобилующий сальзами, — район не погасшего вулканизма, а вулканизма, перешедшего пока во вторую фазу — без вулканических бомб и лавовых потоков, но живого и постоянно о себе напоминающего?

Вот эти-то вопросы задал себе и своим коллегам еще в тридцатые годы здравствующий и поныне геолог профессор С. А. Ковалевский.

Снова приливы...

Читатель уже понял, вероятно, куда клонит автор. Но какая связь между родством вулканов и сальз, с одной стороны, и главной темой этой книги — с другой?

В 1923 году внимание вулканологов Земли привлекло странное сообщение в одном из научных журналов. Их коллега вулканолог Ф. А. Перетт, вместо того чтобы корпеть над образцами и пробами, обратил свой взор на небо. И, подсчитав взаимное положение Луны, Солнца и Земли на ближайшее время, предсказал резкое усиление вулканической деятельности Этны на 27 июля. Специалисты по огнедышащим горам пожимали плечами, улыбались. Прямые наблюдения за кратером вулкана показывали, что его деятельность явно идет на убыль.

Но вот наступило 27 июля. И в день максимального лунно-солнечного прилива примолкший было вулкан взревел, черная туча закрыла его вершину.

Столь удачных предсказаний извержений настоящих вул-

канов было не так уж много. Вулканологи упоминают о сбывающемся предсказании Перетта и о некоторых других подобных случаях скорее как о курьезе. Но нашлись специалисты, склонные придавать подобным случаям большее значение.

Вулканы редко непосредственно реагируют на слабые ритмичные толчки от Луны и Солнца? Да, редко. Ибо велика инерция земных недр. Но прослеживать какие-то закономерности, общие связи между деятельностью вулканов и космическими ритмами можно и должно.

И именно грязевые вулканы, «легкие на подъем», небольшие по размерам своего грязе-газового аппарата, могут, по мысли некоторых ученых, помочь нащупать связи земных недр с космосом, выделить, так сказать, в чистом виде влияние космоса на сугубо земные дела. А если родство сальз и вулканов — это факт, то не здесь ли нащупывается мостик к грядущим предсказаниям грозных явлений природы?

Вот почему спорный вопрос об этом родстве приобретает высокое, космическое по сути дела значение.

Пламя очага и кипение кастрюли

Ход мысли профессора С. А. Ковалевского, пришедшего после долгих, кропотливых изысканий к идеи о тесной близости между вулканами-замарашками и вулканами настоящими, можно свести к нескольким рассуждениям.

Есть сколько угодно богатых нефтью районов, где нет грязевых вулканов (например, Второе Баку, нефтяное Предуралье, Западная Сибирь). Значит, одной нефти и сопутствующего ей газа не хватает для образования грязевого вулкана.

С другой стороны, грязевые вулканы есть в районах с самыми разными типами вулканизма. Они часто связаны с нефтью, но не обязательно.

На Кавказе действующих вулканов сейчас нет, но есть спящие, извергавшие пламя еще на памяти людской,— Эльбрус, Аракат. А рядом, в Иране, есть и поныне действующий вулкан. Появились грязевые вулканы на Кавказе одновременно с «настоящими». Это установил еще академик И. М. Губкин.

Многое в поведении грязевых вулканов роднит их со свирепыми благородными тезками.

В старой армии, говорят, был хороший способ определять родовитость офицера. «Барственность поведения» состояла в отменном хамстве, искусстве рукоприкладства, особенной жестокости по отношению к «нижним чинам». С этой, старопро-

винциальной, точки зрения, «князь-вулкан», вулкан подлинный — это такое огнедышащее создание природы, которое приносит максимальное количество зла всему существу. Но между прочим, и грязевые вулканы далеко не безопасны. На их счету — своя Помпея. В XV веке внезапное извержение похоронило под слоем грязи на речке Кехнагяды в Азербайджане целое село. И по сей день, говорят, из-под печального кургана речка вымывает старинные предметы обихода, монеты. А сколько овечьих стад сгорело в пламени внезапных факелов, вырывающихся из глубин озер, часто возникавших на месте грязевых вулканов! Ну не княжеское ли поведение!

По грандиозности извержений сальзы также успешно соперничают с «большими» вулканами. В январе 1922 года не-подалеку от Баку взорвался вулкан Отманбоздаг. Грибообразное облако от этого взрыва было видно за сотни километров. А в высоту оно достигало 14 километров! Чем не Везувий?

Конусы грязевых вулканов, конечно, намного ниже, чем «шатры Плутона», — у самых высоких они не превышают 500—600 метров. Но это не из-за немощи сальз. Сам материал, грязь, которую они выплевывают, из которой лепят склоны, легко размывается.

Как же представляет себе С. А. Ковалевский родственные отношения между «настоящим» и грязевым вулканализмом, связь, в которой он не сомневается?

«Между грязевым вулканализмом и вулканической деятельностью, — говорит он, — существует такая же зависимость, как между пламенем очага и кипением кастрюли».

Как это понимать?

Возьмем ту же царственную Этну, на склонах которой и в долинах вокруг «паразитируют» приживалки — макалубы. Центр грязевого и подлинного вулканализма, говорит Ковалевский, здесь один: подземный магматический очаг.

На поверхности он может проявлять себя двояко: либо магма непосредственно выходит в кратер в виде лавы, либо тепло и газы постепенно просачиваются через окружающие осадочные породы, водоносные горизонты. Вулканические газы на этом пути охлаждаются и вступают в химические реакции с органическими и неорганическими веществами осадочных слоев. Именно поэтому, чем дальше от «князь-вулкана», тем холоднее грязь, выделяющаяся из кратеров сальз, а газы все больше отличаются по составу от «материнских» газов Этны.

На Кавказе — все то же самое. Только непосредственного

выхода на дневную поверхность магматические очаги уже не имеют. Извержения есть, но они подземные. Лавы бурно вторгаются в подземные водоносные горизонты осадочных пород. Резкие перепады давлений и температур перемалывают осадочные породы, смешивают обломки с водой. А вулканические газы, меняя по пути свой состав в результате химических реакций с органическими и нефтяными продуктами, гонят получившуюся грязь через трещины в земной коре к выходу. Начинается извержение грязевого вулкана, ближайшего родственника и даже «выразителя воли» пославшего его подземного сановитого предка.

Нефть из магмы?

Ну а нефть? Какое она имеет касательство ко всем этим родственным отношениям? Может быть, она попутчик грязевого вулканизма? Ведь именно с нефтью и нефтяными продуктами наиболее бурно должны взаимодействовать раскаленная лава и вулканические газы подземного извержения.

А что, если нефтяные углеводороды — глубинного, а стало быть, неорганического происхождения? Тогда, поднимаясь вместе с магмой из сокровенных недр планеты, нефтяные углеводороды проходят зону «подземных извержений» как промежуточную станцию. Оставив позади тяжелую, неповоротливую магму, легкие углеводороды устремляются через рыхлые осадочные породы к трещине в коре, из которой и извергаются.

С. А. Ковалевский старается не вдаваться в суть спора нефтяников «органиков» и «неоргаников», то есть сторонников теории происхождения нефти из остатков живых организмов, с одной стороны, и тех, кто считает, что «черная кровь» земли получается из неорганической внутриземной материи с помощью химических превращений.

Но вот он приводит такой факт. Рядом с активно действующим грязевым вулканом Лок-Батан — лес нефтеышек. На километры вниз уходят стальные трубы, отсасывая из земных пластов нефть и газ. Казалось бы, лишний выход для сжатых огромным давлением нефтепродуктов должен отнимать силы у вулкана. Ничего подобного. Как извергался Лок-Батан испокон века со спокойной ритмичностью через три — три с половиной года, так и сейчас извергается. И наоборот, грандиозные взрывы грязевых вулканов, как правило, никак не сказываются на дебите окрестных скважин. И ученый делает вывод: «Какой-то другой источник углеводородов, лежащий значительно

глубже эксплуатируемой нефтяной залежи, оказывался не-
удержимым в своем стремлении к поверхности».

Получается, что связь между грязевыми вулканами и нефтью есть, но не простая. Грязевой вулкан вовсе не естественная скважина, пробуренная самой природой в газо-нефтяное месторождение. И вулкан, и месторождение возникают параллельно и независимо друг от друга от какого-то одного глубинного источника, вероятно от подземного «настоящего» вулкана, а значит, и от раскаленных недр земных.

Когда-то в родственных древах разбирались из снобистских соображений. Лестно было установить свое происхождение от самого Рюрика или, на худой конец, хоть от Редеди, которого «зарезал Мстислав пред полки касожские». Ученый же производит «из грязи в князи» странное создание природы не «для ради почитания», а ради достижения научной истины. А выяснив происхождение грязевого вулкана, он проливает свет и на загадку происхождения спутника грязевого вулканизма — нефти. И на некоторые секреты родича грязевого вулкана — вулкана благородного. Причем именно на те, о которых сам великий Вулкан предпочитает умалчивать или говорит крайне неразборчиво,— на связи подземных и космических сил.

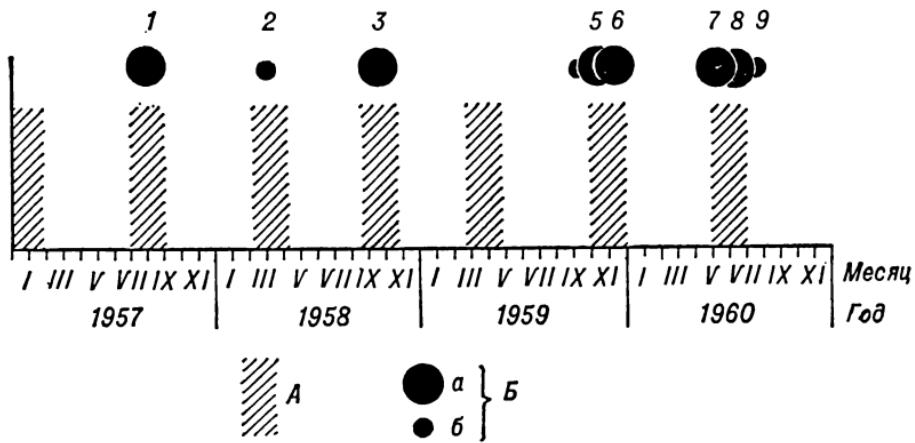
Мы уже говорили о том, что вулканы с их огромным лавово-газовым хозяйством обладают большой внутренней инерцией. Поэтому выяснить какие-либо закономерности в периодичности грозных извержений очень трудно. Другое дело грязевой вулканизм. Как резко меняется характер кипения молока в кастрюле от небольшого увеличения пламени в газовой горелке, так грязевой вулкан с его подвижным газо-водяным «наполнением» должен немедленно отзываться на все колебания в режиме работы подземной конфорки — раскаленного магматического очага. И закономерности в режиме извержений грязевых вулканов действительно обнаружены...

В 1955 году в журнале «Азербайджанское нефтяное хозяйство» появилась удивительная статья. В ней содержался прогноз активности грязевых вулканов на ближайшие четыре года. Автор статьи геолог Г. П. Тамразян предвидел, что извержений грязевых вулканов на Кавказе следует ожидать в августе — сентябре 1957 года, апреле — мае и октябре — ноябре 1958 года и т. д. Прошло время, и вот в статье, вышедшей в 1962 году, Тамразян подвел итог. Прогноз полностью оправдался: девять крупных извержений, прошедших за 1957—1960 годы, точно легли в предвиденные сроки!

Ученых есть такой термин — «критерии прогноза». Не на

кофейной же гуще нагадал геолог свое предсказание! Тамра-зян не скрывает источника своей точной информации. Это... астрономические таблицы взаимного положения Луны, Земли и Солнца за те же 1957—1960 годы. Опять приливы!

...Вы берете бутылку боржоми и начинаете медленно снимать с нее крышку. В какой-то момент раздается шипение, и в бутылке — вы это хорошо видите через стекло — начинается «извержение». Углекислый газ, только что мирно растворенный в прозрачной воде, бурно, с кипением устремляется к горлышику. Если газа много, он может даже увлечь за собой воду, и тогда фонтан этой газо-водяной смеси может окатить вашего «собутыльника по боржоми» с ног до головы. По этому принципу работают и вулканы. Все вулканические очаги обязательно сидят на подвижных разломах земной коры, там, где давление может резко уменьшаться, где раскаленные до критической температуры горные породы ждут только ослаб-



Предсказанные по астрономическому календарю (A) и сбывающиеся (Б) извержения грязевых вулканов; а — крупные, б — средние извержения

ления давления, чтобы расплавиться, а газы, заключенные в образовавшейся магме (или газо-грязевой смеси очага грязевого вулкана), тоже бурно выделяются при падении давления.

До поры до времени все это хозяйство находится в состоянии неустойчивого равновесия. Но достаточно небольшого толчка, незначительного колебания в давлении вышележащих слоев, чтобы началась цепная реакция — извержение.

И такой толчок могут дать приливообразующие силы Луны и Солнца.

Все дело в том, что силы эти работают изо дня в день неодинаково. Луна обращается вокруг Земли по эллипсу, и в перигее — самой близкой к нам точке лунной орбиты — ее притягивающая сила на 40 процентов выше, чем в апогее!

Солнечная приливная сила — мы уже говорили об этом — меньше лунной, но она может прибавляться к ней, когда Луна, Земля и Солнце лежат на одной прямой в пространстве (новолуние, полнолуние), а может вычитаться из нее. Это когда направления на оба светила от Земли образуют прямой угол (на небе в это время «половинка» Луны). Причем солнечный прилив может прибавляться к большому, «перигейному» лунному приливу, а вычитаться из малого, «апогейного». Тогда разница между максимальной и минимальной приливной силой намного возрастет.

Прогноз Тамразяна основывался на 150-летней статистике извержений кавказских грязевых вулканов. Положив рядом астрономические таблицы, геолог высчитал, что 60 процентов всех извержений (их было 200) произошло в моменты, когда новолуния и полнолуния, то есть «дружные» приливные воздействия Луны и Солнца, совпадали с моментами перигеев лунной орбиты. (Интересно, что грязевые извержения чаще всего начинаются вечером, часов в шесть — восемь).

Сальза, оказывается, не только обладает благородным «вулканным» происхождением. Высочайшие светила, а в их лице сам Великий Космос, принимают в судьбе вулкана-замарашки живейшее участие, демонстрируя тем самым еще раз, что все в этом мире связано воедино.

Законы Перре

Вообще способ прогнозирования плутонических явлений с помощью астрономии — вещь не новая. В прошлом веке дижонский профессор А. Перре, рассмотрев 23 тысячи землетрясений за 150 лет, вывел три закона, согласно которым положение Луны и Солнца определяет моменты всех крупных и средних землетрясений, происходящих на Земле.

Законы Перре хорошо работают и для предсказания извержений. Почти однофамилец Перре вулканолог Ф. А. Перетт во время извержения Этны в 1923 году предсказал резкое увеличение деятельности вулкана на 27 июля, именно руководствуясь этими законами.

Что же за законы открыл А. Перре?

Вот они:

1) Частота землетрясений повышается к сизигиям, то есть к моментам, когда Земля, Луна и Солнце располагаются на одной прямой.

2) Землетрясения предпочитают происходить в моменты перигеев лунной орбиты.

3) Землетрясения происходят чаще всего, когда Луна проходит через меридиан сейсмоопасного места, то есть в моменты приливов, а не в часы отливов.

В свое время (а это было во второй половине прошлого века) работа Перре вызвала всеобщий интерес.

Французская академия наук назначила специальную комиссию для проверки выводов дижонского профессора. В нее вошли знаменитые ученые: астроном Араго, математики Ляме и Лиувилль, геолог Элли де Бомон. И как часто бывает в подобных случаях, комиссия не смогла дать четкий ответ на вопрос: законы Перре — это открытие или нет?

Но вот в 1897 году японские геофизики тщательно сопоставили данные о землетрясениях за восемь лет в Японии с астрономическими таблицами. Они нашли, что в периоды, когда Солнце, Луна и Земля находились на одной прямой, то есть в новолуние и полнолуние, сейсмичность была на 12 процентов выше, чем когда они составляли прямоугольный треугольник (прямой угол — у Земли), то есть в половинные фазы Луны. А приближение Луны к Земле в перигее повышало число землетрясений на 13 процентов.

В 1934 году законы Перре подтвердил испанский геофизик Л. Родес, а в 1936-м их применимость к калифорнийским землетрясениям обнаружил американец М. Аллен. Крымские землетрясения почти за полтораста лет тоже хорошо вписывались в небесный календарь. Это, кстати, обнаружил уже знакомый нам Г. П. Тамразян.

Вероятность землетрясений особенно возрастила, когда действовали сразу два закона Перре — перигей лунной орбиты совпадал по времени с сизигией трех светил (новолунием или полнолунием).

При этом, как обнаружили советские ученые, светила действуют не только на тонкий слой земной коры, но и на сокровенные каменные пучины планеты. При совпадении перигея с сизигией глубокофокусные землетрясения — толчки, происходящие под земной корой (на глубине 60—80 километров) по зоне разломов, окружающих Тихий океан, происходили в 6 раз чаще, чем в дни, когда приливное воздействие светил было ми-

нимальным. Вплоть до глубины в 700 километров эта закономерность, хоть и не так резко, продолжала проявляться!

Это очень важно. Дело в том, что многие ученые, допуская возможность некоторого косвенного влияния приливов на ход сейсмических процессов в самой верхней оболочке Земли, восстают против попыток протянуть эти связи в святая святых — в мантию, к центру Земли.

1960 год. Небывалый по количеству разрушительных землетрясений. Как же они происходили? Подчинялись ли небесному расписанию?

29 февраля был до основания разрушен Агадир, прибрежный портовый город в Марокко. Это произошло вскоре после новолуния (вечером 26 февраля) и довольно близко от перигея лунной орбиты (23 февраля).

24 апреля разрушительное землетрясение произошло в городе Ларе (Иран). Это случилось за день до новолуния.

С 21 по 27 мая грандиозное землетрясение опустошало Чили. Это было опять-таки вблизи новолуния — 25 мая. В эти же дни, 26 мая, заходила ходуном земля в городе Корче (Албания).

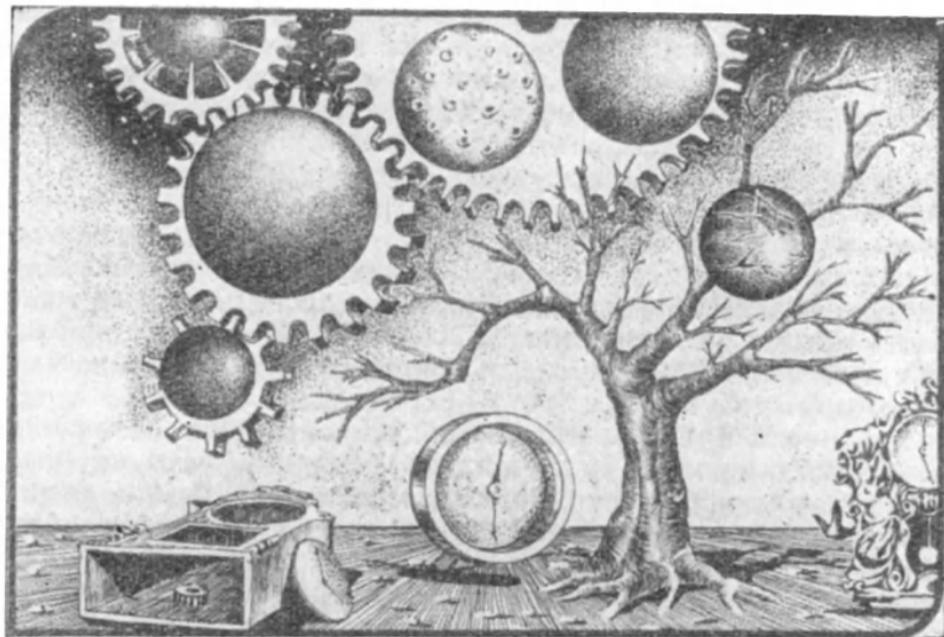
Не нужно представлять себе дело так, что причина вулканических извержений, землетрясений заключается в гравитационном влиянии небесных светил. Дело обстоит гораздо сложнее.

Причины — внутри Земли. Либо горизонтальные, либо вертикальные силы (а может, и те и другие) работают над горообразованием, перемешивают твердую жидкость, мантию Земли, создают в ней потоки.

Пластичность мантии имеет свои пределы, и каменное ее течение происходит со сколами, срывами. Накапливаются напряжения — и разрешаются бурно, толчками.

Когда подобное напряжение (в мантии, коре — безразлично) достигает критического рубежа, достаточно ничтожного импульса, чтобы привести в движение громоздкую машину тектонических процессов. Слабый щелчок курка вызывает выстрел. Но не в курке же причина убийственной силы огнестрельного оружия!

И даже не зная еще причин тектонической активности земных недр, мы сможем хоть как-то предупреждать вредоносное действие вулканов и землетрясений, если постигнем хотя бы расписание, которого они, возможно, придерживаются...



ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Наш хрупкий магнитный дом

1967 год. Геофизики В. Ситон и С. Малин: Магнитный момент Земли продолжает уменьшаться. Причем само это уменьшение ускоряется, идет по все более крутой кривой. Если современные темпы сохранятся, магнитный момент достигнет нуля через несколько тысяч лет. Тогда наступит обращение — инверсия полярности магнитного поля Земли: стрелки магнитных компасов повернутся на 180 градусов.

Из зарубежных журналов

Непостоянство магнита земного

В первой главе, служившей по совместительству прологом к этой книге, вы побывали вместе с автором в балке геомагнитолога станции Тикси Юры Ромашенко. Там в темноте через всю комнату двойной путь совершили тонкие иглы световых зай-

чиков. Три кривые вычерчивали они на фотобумаге, три «составляющие» магнитного поля Земли. И одна из этих кривых при всех ее взлетах и падениях обнаруживает неуклонное стремление к общему понижению. Это кривая, характеризующая напряженность магнитного поля Земли. И так — по всей международной сети геофизических станций. Логический конец этого процесса — «нулевое» магнитное поле. Мы можем потерять, во всяком случае на время, одну из самых главных достопримечательностей нашей планеты. Земля подобно Марсу и Венере останется без магнитного поля, без надежной «шатровой» крыши из магнитных силовых линий, которые удерживают на безопасном расстоянии мириады заряженных частиц, выброшенных Солнцем.

Даже если В. Ситон и С. Малин, американские геофизики, ошибаются в сроках, то в принципе сомневаться в их предсказании не приходится. Наука о магнетизме Земли твердо доказала: магнитное динамо, спрятанное в ядре планеты, вело себя на протяжении миллионов лет очень прихотливо. Подчиняясь еще не ясным закономерностям, многие показатели геомагнитного поля меняются в широких пределах.

Еще Колумб заметил, что стрелка его компаса где-то посреди Атлантического океана перестала показывать на Полярную звезду, а отклонялась на 12 градусов к западу. Так было открыто склонение, одна из составляющих магнитного поля Земли: оно измеряется углом между направлениями на географический и магнитный полюсы.

Таблицы поправок на склонение (моряки давно уже составляли их, чтобы иметь возможность определять по компасу истинный полюс) все время приходилось уточнять: склонение непрерывно менялось. Это означает, что магнитный полюс движется относительно географического.

Через 18 лет после плавания Колумба была открыта еще одна составляющая — наклонение магнитного поля: угол между горизонталью и свободно подвешенной намагниченной стрелкой. Позже заметили, что и эта величина не остается со временем постоянной.

Ослабление третьей составляющей — силы магнитного поля тоже было замечено давно. Если принять магнитный момент Земли в 1937 году за единицу, то в 1830 году он был равен 1,061, а сейчас магнитный момент заметно меньше единицы.

Все эти вещи были известны давно, но они мало что говорили ученым: слишком мал был срок наблюдений. Общая вековая и многовековая закономерность не улавливалась.

То же самое было бы и сейчас, если бы не родились несколько десятилетий назад и не расцвели бурно архео- и палеомагнитный методы исследования. Именно они дали геомагнитным исследованиям историческую перспективу.

О чем думает геофизик, глядя на древние черепки

Он думает о том, как мало в принципе изменилась за тысячелетия технология обжига керамики и как это в сущности хорошо. Кирпичи и сейчас, и в Древнем Урарту принимали горячее крещение, стоя на длинном ребре. Значит, известно, в каком они были положении относительно вертикали в тот момент, когда температура остывающей глины проходила «точку Кюри», рубеж в 600 градусов Цельсия. Именно в этой точке кирпич намагничивается (слабо, но приборы это обнаружат) под действием земного магнитного поля. Он как бы сохраняет навеки отпечаток современного ему поля. И если археолог может точно датировать кирпич, то археомагнитолог определит сразу две составляющие древнего поля — его напряженность и наклонение в этом месте. Наклонение (угол по отношению к вертикали) — это как раз благодаря «консерватизму» кирпичного дела...

Если посчастливится найти древнюю печь, в которой обжигались кирпичи, или даже обычную печь, то можно определить и склонение, третью составляющую древнего поля в этой точке Земли. Ведь печь никто не сдвигал с места, и она сохранила то положение относительно стран света, которое имела, когда остывала в последний раз.

...Поразительная по своей стройности картина открылась перед советским археомагнитологом С. Бурлацкой, работавшей на древних кавказских поселениях. В какой-то момент после кропотливых многолетних измерений у нее набралось достаточно данных, чтобы прочертить кривые, уходящие в минувшие тысячелетия. На графике она увидела почти правильные синусоиды!

Величина наклонения магнитной стрелки сильно колебалась. В III веке нашей эры свободно подвешенная стрелка компаса установилась бы здесь, на Кавказе, почти горизонтально, под углом всего в 20 градусов. Через 500 лет она глядела бы своим северным концом под ноги, установившись под углом в 65 градусов. Полный период этих изменений составляет в среднем тысячу лет. Похожий период (только сдвинутый на фазу) — у векового хода магнитного склонения.

В основе обеих кривых одно явление: прецессия, обращение магнитного полюса Земли вокруг ее географического полюса. Японский геофизик Ватанабе установил, что, какое бы положение магнитный полюс ни занимал (обращаясь вокруг географического, он может еще колебаться по долготе), среднее его положение за достаточно большой срок (скажем, за 10 тысяч лет) — это географический полюс. Причина — магнитное поле Земли обязано своим существованием вращению планеты. Поэтому географический и магнитный полюсы — родственники. Они всегда будут близки, хотя почти никогда не совпадают друг с другом точно.

Напряженность магнитного поля меняется более плавно и совершенно независимо от наклонения или склонения. На фоне четырех или пяти периодов «хода» наклонения за последние 50 веков С. Бурлацкая проследила только один гигантский «горб» подъема и падения силы земного магнита.

В XXXV веке до нашей эры напряженность земного поля была даже меньше современной: 0,4—0,5 от уровня 1937 года. Она достигла потолка на пороге новой эры (около 1,5). С тех пор она уменьшилась больше чем в 1,5 раза. Чем закончится этот процесс? Новым подъемом или падением до нуля? С. Бурлацкая на этот вопрос не отвечает. Археомагнитные данные и не могут сказать об этом. Археологические находки исчезают из слоев земных прежде, чем здесь можно уловить закономерность.

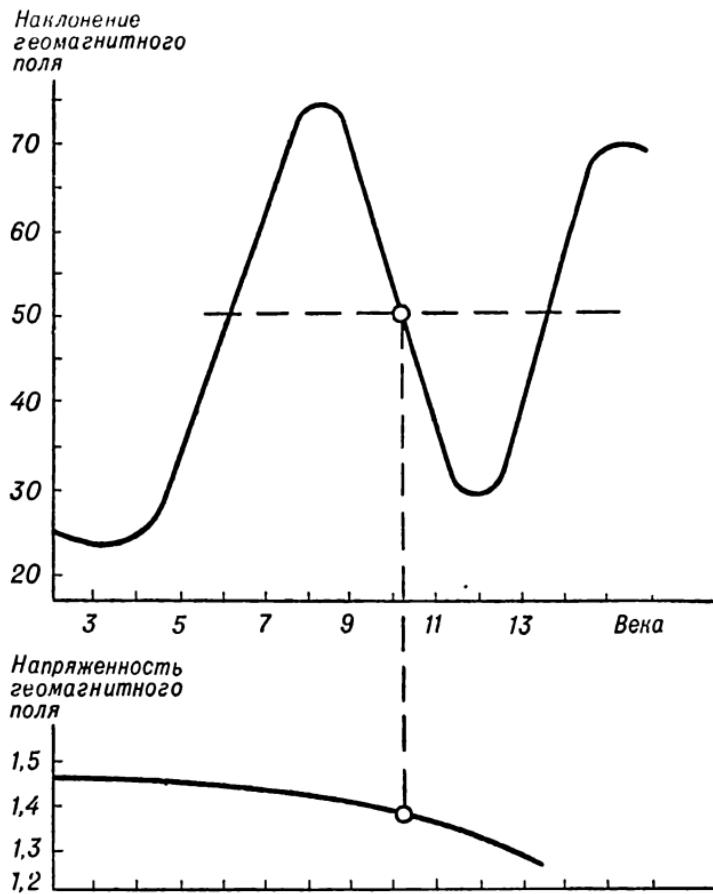
Да и не в том главная ценность археомагнетизма. Он оказался хорошим союзником археологов. Ритмы земного магнетизма помогают им раскрывать тайны человеческой истории.

Образец из Дманиси

Помимо черепков, датировать которые археолог может, он — гораздо чаще — имеет дело с находками, происхождение которых непонятно. Дату их постройки, изготовления еще только предстоит определить. Хорошо, если есть в этих находках угольки, деревянные части — помогает радиоуглеродный анализ. Ну а если нет? Не может ли «застывшее» в кирпиче древнее магнитное поле назвать правильную дату?

Вот перед нами две кривые — одна под другой, в одном временном масштабе. Это все те же синусоиды многовековых изменений наклонения на Кавказе и «горб» падения и подъема силы земного магнита. Кривые, установленные по уже датированным образцам. Где на этих кривых поместить исследо-

дуемый образец — кубик с ребром 24 миллиметра, вырезанный из древнего кирпича? Допустим, его остаточная, древняя намагниченность имеет такие данные: наклонение 52 градуса 57 минут, напряженность 1,33. Тогда горизонталь на графике наклонений пересечет кривую в нескольких местах — VII, XI, XIV века. Выбрать одну из этих дат поможет величина напряж-



Кусочек керамики из Дманиси сохранил в себе современное ему геомагнитное поле. По двум характеристикам этого поля (напряженность и наклонение) можно довольно точно определить дату обжига

женности древнего поля. Отметка 1,33 на нижней кривой расположится как раз под XI веком. Кривые подправляют друг друга, страхуют от ошибок: только по напряженности поля находку датировать можно, но точность падает.

Именно так С. Бурлацкая определила возраст древней разрушенной постройки в mestechke Дманиси в Грузии. И многих других кавказских руин.

Конечно, и этот метод преподносит иногда сюрпризы. В одной постройке могут оказаться кирпичи разного возраста. В древние времена ценили строительные материалы, и если здание почему-либо разрушалось, все, что можно, использовали. Так кирпичи кочевали из построек одной эпохи, одного архитектурного стиля в другие.

В некоторых, очень редких, случаях определения археологов и археомагнитологов как будто вопиюще противоречат друг другу. Так было, к примеру, с одной постройкой в Санагири. Заведомо древнее строение вдруг показало при определении возраста археомагнитным методом XIX век. Неудача? Нет, еще одно историческое свидетельство. В XIX веке строение перемагнитилось, еще раз прошло точку Юри из-за пожара.

Бывают погрешности из-за того, что древние кирпичных дел мастера не строго вертикально устанавливали свою продукцию. Этим особенно грешили новгородцы. Если бы все древние мастера были столь же безалаберны, ничего не вышло бы у археомагнитологов с датировкой древних строений. К счастью, даже в соседних с Новгородом городах мастера придерживались более строгих правил. Иногда ошибки возникали из-за магнитного действия железных предметов, оказавшихся в печи. И все же, если образцов достаточно, все эти ошибки, случайные и разные, как бы устраниют друг друга. В общем точность метода равняется сейчас примерно 25 годам.

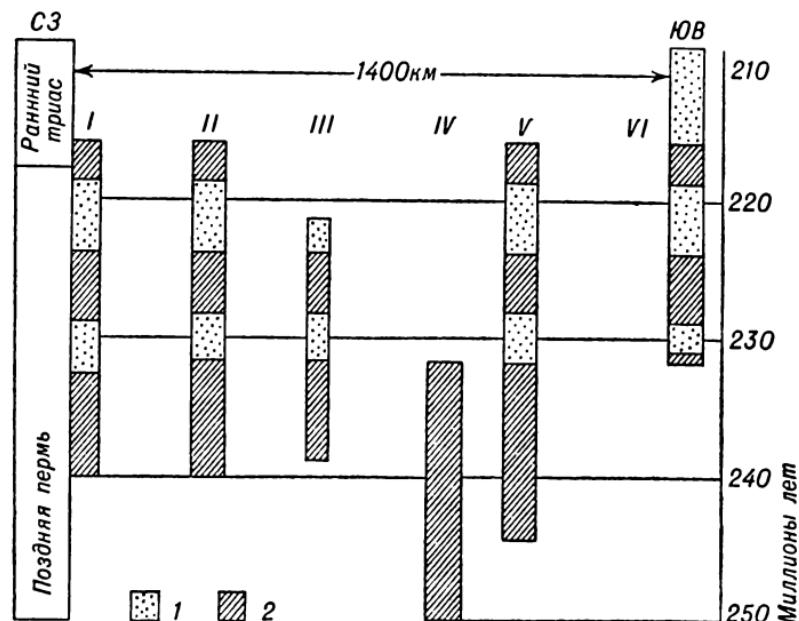
Магнитная летопись

3100 лет прошло с тех пор, как человек изобрел компас. Все это время стрелка магнитного компаса устанавливалась примерно по меридиану и всегда показывала современное положение магнитных полюсов. Геофизики назвали его прямым, или нормальным. Это название понадобилось тогда, когда стало ясно: были в геологической истории Земли эпохи и обратной полярности магнитного поля.

В самом начале 30-х годов были найдены первые образцы пород именно с такой обратной, намагниченностью. Первое и самое простое объяснение: магнитные полюсы Земли меняются местами. Но эта мысль была сразу отвергнута, ибо она противоречила тогдашней теории магнитного поля планеты (счи-

талось, что железное ядро Земли просто представляет собой постоянный магнит). Геофизики буквально не поверили глазам своим. А потом кто-то обнаружил, что намагниченность образцов можно менять в лаборатории на обратную. Тогда уже все найденные в дальнейшем образцы с обратной намагниченностью — а их становилось все больше — воспринимались совершенно безмятежно: самообращение, и все тут.

Только в 1954 году геофизик И. Хосперс, изучая напластования застывших лав на склонах вулканов Исландии, доказал



Чередование прямо (1) и обратно (2) намагниченных слоев в шести геологических разрезах. Инверсии геомагнитного поля четко привязываются к определенной эпохе. Это позволяет уточнить данные о возрасте тех или иных осадочных или изверженных пород.

зал, что механизм самообращения в природе практически «не работает». Самые разные породы, обожженные по пути лавовым потоком, упорно показывали ту же намагниченность, что и у этого потока.

Сейчас уже не приходится сомневаться: эпохи обратной полярности поля Земли были во все времена, и их было отнюдь не меньше, чем периодов с современным положением юга и севера.

В Исландии, Поволжье и Сибири, в горах и на дне океанов обнаружены чередующиеся слои окаменевших осадков, лав с прямой и обратной полярностью. И везде последовательность этих слоев одинакова. С помощью уже исследованных палеомагнитологами «эталонных» геологических разрезов можно уточнять возраст еще плохо изученных пород, прослеживать «выпавшие» почему-либо из разреза слои. Этот новый метод — палеомагнитная стратиграфия — уже пришел на помощь геологам, изучающим осадочные породы.

И придет юг на север и север на юг

Как же намагничиваются слои земные? Если это лава — тут все как в печи древнего обжигателя кирпича. Лава остывает и запечатлевает в себе поле, которое на нее воздействовало в этот момент. С осадками иначе. Мелкие составные части осадка, слегка намагниченные, укладывались на дно древних бассейнов, ориентируясь подобно маленьким магнитным стрелкам по направлению магнитного поля Земли. В целом сумма намагнченностей этих частиц и составила остаточную намагнченность осадочной породы.

Первые инверсии магнитного поля Земли ученые прослеживают еще в кембрийских, ордовикских и силурийских отложениях (400—300 миллионов лет тому назад). Интересно: тогда преобладала обратная полярность магнитного поля Земли, а промежутки времени между инверсиями полярности достигали десятков миллионов лет.

Но уже в расцвет растительной жизни на суше (каменноугольный период, 225 миллионов лет назад) инверсии происходят гораздо чаще: раз в несколько миллионов лет. Однако и в эту эпоху, и позже, в пермском периоде (185 миллионов лет назад), все еще преобладает обратная полярность.

Чем ближе к нашим дням, тем инверсии все чаще. Триас, юра, мел (150—100 миллионов лет назад) — здесь господствует уже прямая полярность. От палеогена (60 миллионов лет назад) и до неогена (3,5 миллиона лет назад) инверсии происходят все чаще, под конец чуть ли не каждые полмиллиона лет. Сейчас, то есть в конце неогена и четвертичном периоде, полюсы чуть реже меняются местами — примерно раз в миллион лет. Зато внутри этих длинных периодов появляются «рецидивы» — кратковременные, по 100 тысяч лет, «вспышки» противоположной полярности.

Что происходит в сами моменты инверсий? И. Хосперс на-

шел в тех же исландских лавах образцы с сильно ослабленной, неопределенной намагниченностью, расположенные между слоями противоположного знака. Это переходные зоны. Инверсии делятся около 10 тысяч лет. Поле в это время сильно ослабевает — это ясно, но исчезает ли оно полностью? Некоторые считают — нет. Обнаружено, например, что сейчас, когда магнитный момент главного поля падает, растет так называемое поле мировых аномалий Земли. Может быть, именно это (правда, очень слабое) поле замещает в какой-то мере на время основное?

Видимо, человечеству рано или поздно предстоит узнать, как все это будет на самом деле. 700 тысяч лет прошло со времени последней инверсии. Наши далекие предки, еще не очень разумные, вряд ли заметили возросший из-за исчезновения магнитосферы уровень космической радиации. И судя по тому, что они его перенесли, он не был губительным. Зато они, жившие тогда преимущественно в теплых экваториальных странах, наверняка застывали в удивлении по ночам, наблюдая всполохи «полярных» сияний. Ведь полярные они в наше время только потому, что магнитное поле отклоняет к полюсам заряженные частицы, летящие от Солнца.

...Палеонтологи, биологи до хрипоты спорят по поводу темных мест эволюции. Чем объяснить причудливые скачки в ее ходе, скачки, одновременно и одинаково действовавшие в самых разных концах Земли на различные династии животных и растений? Массовое вымирание динозавров... А еще раньше — одновременная мутация у морских организмов, положившая начало эре скелетных животных... А совсем уже «недавно» — стремительное развитие млекопитающих. И последнее — почти взрывоподобный приход гомо сапиенс.

В чем корни этих основных и других, менее значительных эволюционных ритмов? Не в неуклонном ли ходе магнитных часов планеты, регулярно выключающих ее радиационную защиту? Тогда на Землю пропускается некоторая доза повышенной радиации, приводящая к появлению новых побегов в эволюционном древе...

Новая инверсия магнитного поля Земли неминуема. И если она действительно наступит, как предсказывают, через несколько тысяч лет, наша цивилизация будет в силах, если это понадобится, навести эрзац, заменитель геомагнитного поля, обмотав, например, «талию» Земли кабелем из сверхпроводника. Энергии на работу искусственного электромагнита Земли понадобилось бы, вероятно, не так уж много.

О виртуальных полюсах, о том, как они путешествуют порознь и как встречаются, чтобы больше никогда не разлучаться

Я не упомянул, что направление остаточной намагниченности древних пород — прямой или обратной — не всегда совпадало с современным. Отклонения были замечены давно. Так появилась теория путешествующих полюсов Земли. Геомагнитный полюс северного полушария (а вместе с ним и географический) путешествовал, согласно этой теории, по Тихому океану, по Сибири, пока не занял современное положение.

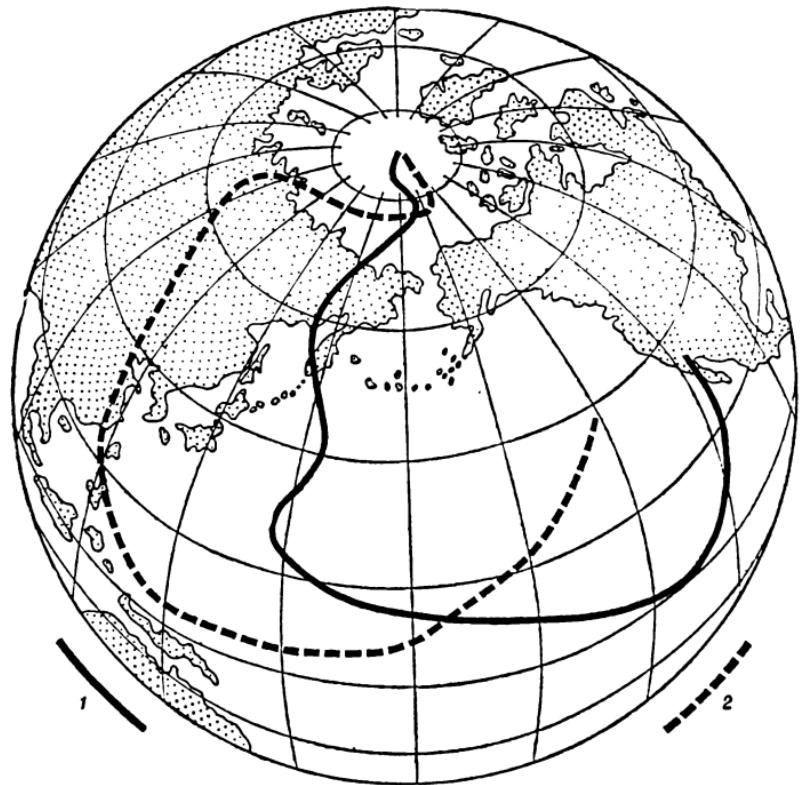
Теперь путешествующие полюсы Земли геофизики осторожно называют виртуальными (вероятными). И это не случайно.

Простой расчет показывает, что истинная ось вращения Земли не могла путешествовать с такой лихостью. Чтобы сдвинуть эту ось на один градус за миллион лет, нужно все это время постоянно «давить» на полюс по касательной с силой в 50 миллионов тонн. Ничего похожего на эту силу мы не видим ни в космосе, ни на Земле.

Но смущало не только это. Полюсы двигались и по американским, и по европейским, и по австралийским палеомагнитным реконструкциям, причем по похожим кривым. Удивительно было то, что у каждого из этих континентов был как будто свой полюс. Все три полюса путешествовали совершенно по разным местам, сближались, удалялись друг от друга, но в конце концов сходились в одной точке — в точке современного географического полюса, которая является (как уже говорилось) средним за достаточно долгий срок положением геомагнитного полюса.

Вот тут-то геофизикам хочешь не хочешь пришлось вспомнить совсем было отвергнутую гипотезу дрейфа континентов А. Вегенера. Заслуга австрийского геофизика не в том, что он заметил сходство в очертаниях противоположных берегов Атлантики — это замечали многие и прежде. В 1912 году А. Вегенер разработал стройную теорию разделения единого материка Земли, его постепенного расплазания в ходе геологической истории. А. Вегенер погиб во время своей гренландской экспедиции — он пытался непосредственными наблюдениями обнаружить дрейф этого острова.

Удивительна проницательность этого ученого: построения А. Вегенера, основанные на весьма косвенных и приблизительных данных, были блестяще подтверждены нестираемыми отпечатками древнего магнитного поля в недрах путешествующих материков.



Так блуждали виртуальные полюсы Земли, по европейским (1) и азиатским (2) данным

Интересно проследить этап за этапом путешествие «американских» и «евразиатских» («сибирских») виртуальных полюсов. В кембрии их разделяет по широте около 25 градусов, причем «американский» полюс «плавает» в Тихом океане, а «сибирский» расположен восточнее, на территории Америки. Совмещаем эти полюсы, «передвинув» материки. Получается, что Америка дальше от Азии и ближе к Европе, чем теперь, именно на эти 25 градусов. 100 миллионов лет после этого «сибирский» полюс почти не меняет своего положения, он только немного смещается на юг по долготе (Сибирь поворачивается?). Зато «американский» удаляется от «сибирского» на запад (Америка «плывет» от Азии). В течение еще примерно 100 миллионов лет полюсы разделены 30 градусами широты.

Но уже в пермском периоде (285 миллионов лет назад) между виртуальными полюсами — 40—45 градусов. Именно в это

время Тихий океан намного больше теперешнего: он занимает целое полушарие. Именно с этой точки, по-видимому, и начался «вегенеровский» дрейф Америки от Африки и Европы к Азии. Этот дрейф закончился появлением Атлантического океана, отхватившего у Тихого эти самые 40—45 градусов. Проследим за этим дрейфом по виртуальным полюсам. В триасе (240 миллионов лет назад) между ними 20—25 градусов по широте; через 50 миллионов лет, в мелу, — 10 градусов. Это темпы сближения Азии и Америки.

По палеоклиматическим и палеоботаническим данным, Индия была частью древнего раскололшегося материка — Гондваны. Палеомагнитологи доказывают: другая большая континентальная платформа Азии — Китайская — тоже не являлась частью Азии. Как самостоятельный материк Китайская платформа существовала где-то посреди огромного пермского Тихого океана. Потом она соединилась с Сибирской платформой, вздыбив на кромке «торосы» — горы Монголо-Охотского складчатого пояса. А позже к ним подошел Индостан, взгромоздив до небес Гималаи, Памир, Тянь-Шань.

Колеса земного механизма

Движение континентов, блуждание магнитных полюсов вокруг географических, колебания напряженности магнитного поля, его инверсии... Обо всем этом говорят нам архео- и палеомагнитные методы исследований. Но между всеми этими вещами есть и более глубокая связь.

Еще не создана единая теория всего устройства внутренности нашей планеты, но контуры этой теории уже проступают. И проступают в прослеженных учеными ритмах, управляющих внутритеремными процессами.

Ясно уже, что представления о Земле как о твердом сплошном шаре устарели. Кора Земли может двигаться относительно подстилающей ее мантии, хотя, казалось бы, и то и другое — твердые образования. Афоризм одного геолога: «Земля одновременно тверже стали и мягче глины» оправдывается здесь в полной мере.

По современным представлениям, текучая земная твердь медленно циркулирует между корой и ядром по нескольким замкнутым путям. В районе срединных хребтов на дне Атлантического и Индийского океанов, например, уже найдены молодые породы, недавно, буквально в последние тысячелетия, поступившие на поверхность из недр мантии. Дальше от цент-

ральной оси хребтов, к расползающимся материкам, породы все старше. Под тонкой корой океанического дна и далее под материками идет горизонтальный ток вещества. Он-то и движет континенты. Потом этот поток поворачивает вертикально вниз и идет к ядру Земли. Пройдя по окружности вдоль поверхности ядра, круговое внутриземное течение снова в какой-то точке поворачивает наверх, чтобы подойти к коре Земли в районе срединного океанического хребта. Круг замкнулся. Ритм этого замкнутого круговорота земного вещества очень замедленный. Один круг длится, возможно, миллиарды лет. За всю свою историю Земля пережила тогда два-три таких сверхцикла.

Некоторые ученые полагают, что все земное вещество, не исключая и кору, во всяком случае многие ее области, охвачено этим круговоротом. Тогда кусочки вещества мантии, подобранные недавно со дна океана советскими учеными, возможно, состоят из атомов, входивших в незапамятные времена в состав погрузившихся в раскаленные земные недра обломков древних континентов.

И если срединные океанические хребты — действительно зоны прихода на поверхность Земли «свежего материала», то должны быть на Земле и места, где вещество коры тонет в каменной пучине планеты...

Полоса срединных хребтов, вдоль которых земная кора раздвигается, принимая поступающее с глубины вещество, тянется на 50 тысяч километров. И есть на планете другой пояс, такой же длины, где процессы во многом обратные. Это линия Альпийско-Гималайской складчатости, тянувшаяся от Атлантики до Индийского океана, и Монголо-Охотский пояс, подобно ветви отходящий от первой линии.

Вдоль этих поясов соединились когда-то древние континенты Гондваны, Ангариды и вклинившейся между ними Китайской платформы. Как торосы на кромках сдавленных льдин, выросли здесь горы. Но еще больше горных пород ушло вниз, в глубь земли. Толщина коры здесь увеличена, но сколько вещества, вероятно, «размыто» мантией, «слизано» с нижней поверхности коры и улечено к ядру Земли заворачивающим здесь вниз потоком текучей земной тверди! Тот же процесс идет, возможно, по огненному кольцу вокруг Тихого океана. Здесь ученые (кстати, противники теории дрейфа континентов) заметили следы переработки толстой континентальной коры в тонкую океаническую. Не здесь ли намечается место «стыковки» непримиримых сейчас точек зрения на геологическую исто-

рию планеты — мобилистской вегенеровской, о которой только что было рассказано, и фиксистской, сводящей все процессы на грани континентов и Тихого океана к превращению одного вида коры в другой?

Что, если процесс «упрощения коры», переработки ее из «сухопутной» в «океаническую» не останавливается на полпути, а продолжается дальше? И огненное кольцо Тихого океана — это зона, где земная кора, утолщаясь под горными цепями этого кольца, подчиняясь сдавливанию по горизонтали, тоже уходит «вниз», к ядру планеты?

И тогда все современные горы, области землетрясений и вулканических извержений, глубоких разломов земной коры — это просто места, где поворачивают круговые течения земного вещества — снизу на горизонталь и с горизонтали вниз. А все древние горы — это места, где такие повороты происходили в прежние времена... А чередование горообразовательных периодов — это переход Земли от одной системы течений к другой. А причины этого перехода... но хватит, дальше нет не только фактов, но даже и гипотез...

Итак, подобные циркуляционным механизмам в атмосфере, в мантии Земли действуют колеса циркуляции вещества. В каком отношении, зацеплении состоят они с колесами, действующими еще глубже, в ядре, пока неясно. Но то, что эта связь должна быть рано или поздно нащупана, сомневаться не приходится.

Электрическое динамо в центре Земли

Ядро, вернее, наружная его часть, смежная с мантией, — жидкая. Материал, из которого сложена планета, приобретает здесь под огромным давлением и при колоссальных температурах необычные свойства. Возможно, здесь происходят какие-то ядерные реакции. Атомы здесь сдавлены, частично ионизованы, то есть их электронные оболочки частично с них содраны. Вещество становится своего рода плотной жидкой плазмой, хорошо проводящей электрический ток.

Ученые мечтают преобразовывать тепловую энергию непосредственно в электрическую с помощью магнитогидродинамических генераторов. Струя плазмы, вещества, состоящего из электрически заряженных частиц, продувается между полюсами магнита. В ней возникает при этом электрическое напряжение.

Что-то подобное происходит и в наружном, жидком ядре

Земли. Колеса циркуляции, вихри, имеют здесь уже не чисто механическое, как в мантии, а и электрическое, так сказать, содержание.

Используя слабую остаточную намагниченность, сохраняющуюся в толще Земли, «геоплазма» в своем течении превращается в электрический ток. Этот ток в свою очередь вырабатывает магнитное поле посильнее. В нем электроток становится еще больше — и так далее, цикл и здесь замыкается. Динамомашина с самовозбуждением — вот в сущности модель земного магнита.

Но это упрощенная модель. Ее усложняет многое — и то, что жидкое ядро отстает в своем вращении от твердой оболочки, проскальзывает внутри нее. От этого возникает «западный дрейф» многих элементов магнитного поля Земли. И скорость этого вращения ядра в Земле — один оборот в 20 тысяч лет. Ось жидкого ядра немного не совпадает с земной осью. Поэтому географический и магнитный полюсы Земли — это разные точки, и второй блуждает относительно первого.

Собственно, вращение одного шара в другом и определяет преимущественное направление электронных вихрей в ядре, в результате которого получается привычный нам рисунок магнитного поля Земли.

Медленные колебания силы земного магнита легко объяснить, если допустить, что меняется скорость вращения Земли вокруг оси. Все становится ясно: динамомашина сбавила обороты, и магнитное поле убыло. А то, что Земля вращается то быстрее, то медленнее, — это факт. Об этом вы читали в главах предыдущей части.

Но Земля не останавливается в своем вращении совсем. И жидкий электромагнитный шар в ее недрах не переворачивается с ног на голову. Почему же происходят инверсии магнитного поля Земли, куда оно девается в «нуль-моменты»?

Может быть, динамомашина с самовозбуждением — неправильная модель?

Нет, правильная, заявил недавно японский ученый Рикитаке. Но несколько упрощенная. Земные недра — это «двойное динамо».

Я не буду уходить здесь в дебри довольно высокой электротехники, но грубо механизм ритма обращения магнитного поля Земли выглядит так.

Ротор динамомашины Земли, ее жидкое ядро, можно представить себе в виде двух роторов, вращающихся в одну сторону (вложены они один в другой или вращаются рядом в виде двух

полушарий, северного и южного, в принципе не имеет значения).

Важно то, что ток от первого ротора направлен на усиление магнитного поля для другого. Ток же от второго ротора направлен к первому, но создает там не усиливающее поле, а ослабляющее: это дополнительное поле противоположно основному.

Система этих токов и полей колеблется с определенным ритмом около некоего равновесного состояния. Чем сильнее ток, идущий от первого ротора, тем сильнее поле у второго ротора и ток от него. Но этот ток ослабляет поле первого ротора и его ток. Значит, слабее работает вторая половина динамомашины, снимаются препятствия в работе первого ротора, он снова усиливает свою деятельность и т. д.

Круг опять замкнулся. Общее суммарное магнитное поле всей системы меняет свой знак, проходя каждый раз через нуль. Перед нами — колебательная система, машина для выработки переменного магнитного поля. Правда, эта переменность очень медленная: сотни тысяч лет, даже миллионы — ее период.

Но в жизни Земли и это время — миг. И, прослеживая в разрезах слои земных осадков, напластования лав, ученые как бы пробегают по всей истории Земли с одним из главных ее ритмов — ритмом переменности магнитного поля.

Все выше, и выше, и выше

Приблизительная одновременность изменений режима колебательных движений в различных частях поверхности Земли представляет собой одно из самых удивительных и закономерных явлений в ее истории.

B. Белоусов. Основные вопросы геотектоники

Растут ли камни?

— Камни растут, — говорил мне, тогда еще четверокласснику, один старик на Урале. — Знаешь камни около моста? Когда я, как ты, пацан был, они еле выглядывали из травы. А теперь?

Теперь действительно камни были выше взрослого человека ростом. Но я, сын родителей-геологов, усомнился в словах старика. И все же надолго застягала во мне какая-то неуверенность... Умный дед был и серьезный. Знал все — про грибы, птиц, в лесу каждую тропку знал. Не мог он просто обманывать меня.

Потом я узнал, что камни, конечно, не растут, а только кажутся, что они растут. Размывает почву вокруг них, и они показываются из нее, потому что тверже, не так поддаются разрушению.

Но ведь горы-то растут? Может быть, хоть это бесспорно? На чай взгляд, смотря.

Знаю я одного замечательного геолога, доктора геолого-минералогических наук Петра Евгеньевича Оффмана, сделавшего немало важных открытий и небезызвестного в научном мире. Так вот он — правда, чуть ли не единственный — считает, что люди так же заблуждаются относительно того, что горы растут, как тот уральский старик насчет камней.

По его мнению, горы не растут, а высываются из проседающих вокруг них равнин. А почему проседают равнинны? Петр Евгеньевич придерживается теории сокращения радиуса Земли. Планета уменьшается в объеме, уплотняясь. Но проседают разные участки коры неравномерно. Одни больше, другие меньше, подчиняясь закономерностям распределения более и менее плотного вещества в недрах Земли. Участки, которые отстают в ходе этого проседания, — это и есть «растущие» горы.

Но это в общем редкостная, исключительная пока точка зрения. В основном геологи не сомневаются, что горы растут независимо от того, расширяется земной шар или сжимается.

Но отчего они растут? Вот тут точки зрения резко расходятся.

Мобилисты — их точка зрения излагалась в предыдущей главе о магнетизме Земли — считают, что горы вздымаются, как торосы на кромках сталкивающихся льдин. Одна льдина подплывает под другую или надвигается на нее. Здесь образуется двойная толщина покрова (коры). И горы — это именно такая, утолщенная земная кора. Они поднимаются над средним уровнем земной поверхности, а в недрах Земли их «корни», как подводная часть айсберга, глубоко уходят в текучую твердь Земли, в мантию.

Фиксисты обычно отвергают горизонтальные движения коры как первопричину роста гор. По мнению многих ученых, горы растут только вертикально. Примерно по такой схеме. Сначала образуется огромный прогиб в коре, заполненный морем. Прогиб заполняется осадками, здесь наращивается толщина коры. А поскольку все в природе подчиняется каким-нибудь циклам, то и опускание земной коры сменяется рано или поздно ее поднятием под давлением подкоровых тектонических сил. Вогнутая чаша прогиба выпрямляется, и все здесь стало

бы, «как раньше», но чаша уже заполнена километрами осадочных пород. И все содержимое чаши вздымается к облакам, растрескиваясь, изливая по этим трещинам лаву, сминаясь в складки и т. д.

Не дело популяризатора принимать чью-либо сторону в научном споре (даже если у него и есть тайные пристрастия). Так или иначе, горы поднимаются из недр Земли. Это бесспорно. И подчиняются при этом удивительным закономерностям.

Мы живем в эпоху бурного роста гор. Современная альпийская эпоха взгромоздила почти все стоящие современные горы и продолжает поднимать их к небу.

А до альпийской эпохи горообразования были другие — герцинская, каледонская... Одновременно почти по всей Земле горы начинали расти. Потом их рост останавливался, и начиналось разрушение гор. И снова вздымались горы, и снова разрушались. Этот процесс удивительно ритмичен. Каждый цикл продолжался около 150—200 миллионов лет. И если эта ритмичность сохранялась всегда, то Земля пережила их за свою историю несколько десятков. А изучать мы можем только несколько: три — пять. Отложения — остатки от остальных — смешаны и перепутаны настолько, что разобраться в них трудно.

Как же разобрались геологи в каменной летописи Земли?

Морские отложения от континентальных отличить легко: по ракушкам — если было море, по остаткам сухопутных растений и животных — если была суша.

И оказалось, были времена, когда мелкие шельфовые моря типа Балтийского заливали огромные пространства. Это когда горы не росли и вообще суша настолько мало поднималась над уровнем моря, что заливалась на огромных пространствах. А потом начинался новый горообразовательный период, суша стряхивала с себя мелководные моря, и карта Земли приобретала вид, подобный современному, когда мелководные, так называемые шельфовые, пристроившиеся на краях континентов моря занимают не так уж много места. А внутри больших горообразовательных циклов ученые нащупывали ритмы более мелкого порядка. Это походило на рябь, наложенную на крупную зыбь.

Общая закономерность, ритмичность горообразования была установлена. Но ученым хотелось точно знать, как вздымались горы, что при этом происходило. Тщательно изучались продукты разрушения современных и древних гор, распространение

климатов, органического мира по лицу Земли. Картины вырисовывались не всегда четкие, иногда противоречивые.

Об одном таком исследовании мне хочется здесь рассказать.

Наше бурное, бурное время

Западный Тянь-Шань. Сюда несколько лет назад прибыла геоморфологическая экспедиция МГУ.

Геоморфология — это наука о рельефе, современном и древнем, ископаемом.

Что же было на месте заснеженных вершин 35 миллионов лет назад, к моменту, когда горы здесь только «tronулись в рост»?

Остатки морских организмов подсказали: мелководное, в 200, 300 метров глубины, море. Из него высывалась грязь невысоких островов, которой предстояло за 35 миллионов лет вырасти на 5,5 километра. Значит, скорость роста хребта в среднем составляла 1,5 миллиметра за 10 лет. Это много или мало? Смотря с чем сравнивать. Сейчас, как показали исследования специалистов по новейшим тектоническим движениям, Западный Тянь-Шань прибавляет в росте ежегодно до сантиметра! 1,5 миллиметра за 10 лет в среднем — и до сантиметра в год в последний миллион лет. Поразительная разница. Не мудрено, что она привлекла внимание ученых. Шаг за шагом геоморфологи смогли реставрировать весь процесс роста горного хребта.

Даже беглый взгляд на долину горной реки может дать опытному геоморфологу представление об этом процессе. Ее берега — это как раскрыта книга, письмена которой поддаются прочтению, если знаешь язык, на котором эта книга написана.

Как пишут горы свою историю? Предположим, рост гор то убывает, то вновь замедляется. Естественно, что, когда горы растут быстрее, вода с них тоже стремится стекать скорее. Энергия водного потока увеличивается, и он пилит свое ложе, углубляет свое ущелье быстрее. Такой этап в развитии гор оставляет крутые обрывистые берега. Когда замедляется рост гор, ленивее течет и река, берега ее более пологие.

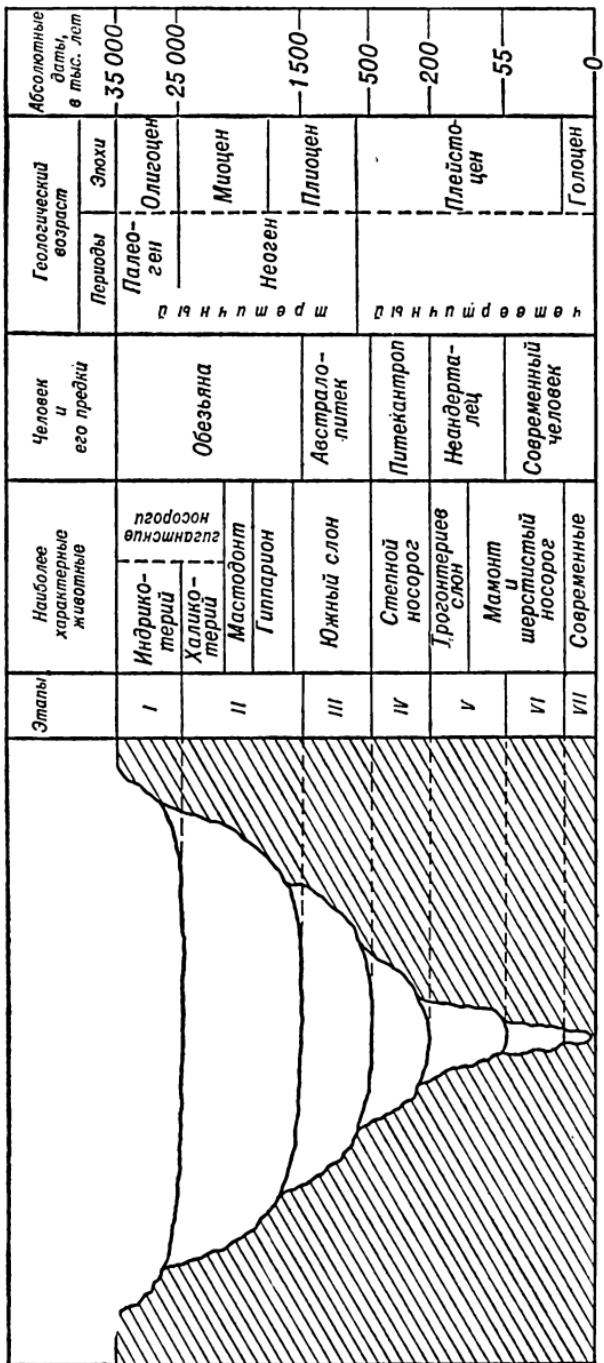
Так вот, в Западном Тянь-Шане нет рек, ущелья которых выглядели бы в разрезе ровным клином. Обычно от речки на дне ущелья до его краев здесь можно проследить семь — ни больше ни меньше — остатков древних террас. Гора семью ярусами ниспадает к своему подножию. Отсюда можно заключить,

что горы здесь 7 раз принимались быстро расти и 7 раз этот рост замедлялся. На один альпийский складчатый цикл наложен более частый ритм... Уже беглый обзор террас показывает, что в каждый следующий этап реки Западного Тянь-Шаня глубже врезались в свое ложе. Значит, горы росли все быстрее. Ну, а если точно? Все, что водные потоки смывали со скал на своем пути, они откладывали во впадинах. Можно найти такие впадины в межгорьях, где геологический разрез вскроет все отложения, смытые с окружающих гор за всю их историю. В данном конкретном случае в осадках было обнаружено семь отчетливых слоев. И каждый верхний был мощнее нижележащего. Геоморфологи умеют довольно точно оценивать прирост гор по мощности смытых с них осадков. И участник экспедиции МГУ кандидат геолого-минералогических наук С. А. Несмиянов провел такой расчет.

Западный Тянь-Шань рос сначала очень медленно. За весь первый этап своего роста, который длился целых 10 миллионов лет, один из его хребтов, Туркестанский, достиг всего километровой высоты: 0,1 миллиметра в год! Второй этап закончился всего 1,5 миллиона лет назад: Тянь-Шань вырос вдвое. Дальше длительность этапов все сокращалась, а прирост во время каждого если и не увеличивался, то оставался немалым. В конце третьего этапа, 0,5 миллиона лет тому назад, то есть совсем недавно, «при нас», людях, хребет достиг 3,5-километровой высоты. В конце четвертого этапа, 200 тысяч лет назад, горы уже покрылись снегом, их высота достигла 4 километров. И так далее. Сейчас хребет достигает 5,6 километра. Итак, можно сказать, что большая часть альпийского горообразовательного цикла для Тянь-Шаня поместились в четвертичном периоде, то есть почти уже в «исторические» времена, а предыдущие три десятка миллионов лет горообразование только «раскачивалось».

Четвертичный период — исключительный в истории Земли. Мы знаем, что именно в это время на Земле чаще, чем раньше, происходили инверсии магнитного поля и, следовательно, выключалась естественная радиационная защита планеты. В это по геологическим понятиям ничтожное время горы (не только Тянь-Шань, но и Альпы, и Карпаты, и Копет-Даг, и другие системы альпийского складчатого пояса) выросли так, как они не могли вырасти за миллионы лет до этого. (И даже за сотни миллионов: несколько дальше вы узнаете, что никогда на Земле не было столь высоких гор, как теперь.)

И именно четвертичный период — время наивысших «до-



На этой схеме видно, что последний гляциогенетический период, начавшийся 35 миллионов лет назад, разделялся на этапы, неодинаковые по интенсивности горообразования. Чем ближе к нашим дням (это можно проследить по остаткам характерных животных в отложениях долин), тем усерднее пытят реки свое ложе, тем, следовательно, быстрее растут горы

стижений» биологической эволюции. Появился человек и стал хозяином планеты. Счастливое стечеие обстоятельств или связанные между собой явления?

Многие из основных ритмов нашего мира проявляют склонность ко все более интенсивным качаниям, ко все более смеющимся переходам из одного состояния в другое...

А что потом?

Горы растут все быстрее. Чем это кончится? Не увидят ли отдаленные наши потомки Карпатских гор, взгромоздившихся до уровня Памира? И можно ли вообще предсказывать «перспективы роста» гор?

Можно попытаться. И фиксисты и мобилисты, во всяком случае большинство тех и других, признают принцип изостатии. По этому принципу земная кора подобна поверхности замерзшего моря. Тонкий лед — это однослоистая простая кора океанов, льдины потолще, вмерзшие в этот лед, — материковая «толстая» кора. Торосы, застывшие среди ледяных полей айсберги — горы. Чем толще айсберг, тем выше его надводная часть и тем глубже в воду уходит его невидимое днище. Зная удельный вес льда и надводную высоту айсберга, можно подсчитать, насколько именно уходит он в воду.

Так и земная кора. Под каждой возвышенностью у нее «возвышенность с внутренней стороны». «Корни» гор. И ясно, что если «наморозить» на эти корни снизу какое-то количество «льда», легкого материала коры, то равновесие — его и называют изостатическим — нарушится и гора (медленно, конечно, все же не вода это, а твердая, хотя и текучая масса) медленно поднимется, вытесняемая мантией Земли, пока равновесие не восстановится.

Специалисты по современным движениям земной коры утверждают, что чуть ли не любая точка земной коры либо поднимается, либо опускается. Отсюда следует, что абсолютное изостатическое равновесие — вещь довольно редкая. Но в большинстве равнинных районов земная кора все же довольно близка к равновесному состоянию, лишь слегка колеблется около него.

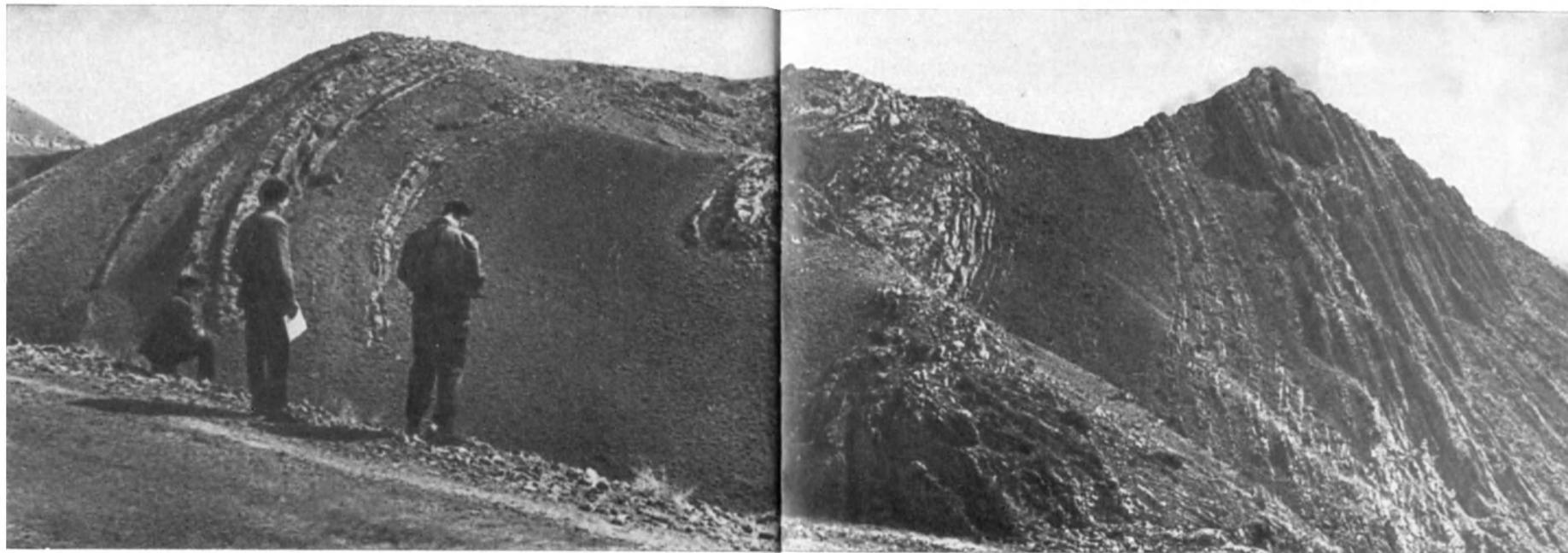
Советский геолог М. В. Гзовский предложил довольно простую формулу, позволяющую вычислить, какой должна быть, по принципу изостатического равновесия, высота гор в километрах от уровня моря (h), если известна толщина коры (m):

$$h = 0,2 \ m - 6.$$

Грязевой вулкан собственной персоной



Этот снимок сделан в горах Кавказа. Но такие же причудливо измятые земные слои можно встретить и во многих других горных системах. Поколения геологов спорят о происхождении этих складок.



Склон любой горы состоит из крутых и более пологих участков (отмечены темными полосами). Это древние речные террасы. Глядя на них, можно сказать, сколько раз горы принимались расти быстрее (крутые участки) и сколько раз их рост замедлялся



Можно прочесть эту формулу наоборот и подсчитать расстояние от собственных ног до мантии, посмотрев по карте высоту места, где вы живете. Допустим, вы живете в Алма-Ате на высоте 800 метров над уровнем моря. Поставьте эту величину в формулу. Получается, под вами — 34 километра коры. Тогда вы берете другую карту, карту толщины земной коры, и смотрите, сколько в действительности от мантии до ваших ног. Получается около 40 километров. Ясно, что равновесие здесь нарушено и Заилийскому Ала-Тау, в предгорьях которого вы находитесь, предстоит еще расти. Причем формула Гзовского поможет вам определить, насколько интересующие вас горы должны вырасти, а если у вас есть данные, с какой скоростью они растут, вы сможете обоснованно предвидеть, как долго им еще предстоит расти. Ваш расчет будет верен при условии, если изостатическое равновесие не будет за это время почему-либо снова нарушено «снизу», со стороны мантии.

Итак, сколько же расти еще горам? Карпатам — 600 тысяч лет, Копет-Дагу — 400 тысяч лет, Тянь-Шаню — 100 тысяч лет.

А поскольку растут эти горные цепи сейчас с одинаковой скоростью, создается впечатление, что горы стремятся к какому-то общему потолку. Низкорослые Карпаты будут расти дольше, чтобы уравняться с Тянь-Шанем. А высочайшие горные сооружения Гималаи и Памир — где-то уже на пределе. По закону изостазии им расти уже некуда. Они останавливаются или уже остановились в своем росте.

Но альпийская горообразовательная эпоха, видимо, скоро кончится. И разрушение, незаметно и сейчас вносящее свои поправки в рост гор, начнет вылизывать морщинистое тело Земли, стремясь сделать его идеально гладким (до следующего горообразовательного периода).

Геолог Н. В. Курдюков подсчитал, сколько обломков выносят реки из того же Западного Тянь-Шаня. Это количество он мысленно распределил по поверхности хребтов. Получилось, что от разрушения хребет теряет в высоте примерно 0,1 миллиметра в год. Пока это малоощутимо: растут хребты в сотню раз быстрее. Но когда рост остановится, то, разрушаясь с этой скоростью, горы достигнут высоты в километр через 60 миллионов лет. Но скорость разрушения уменьшается с понижением гор. Да и километровые горы еще надо разровнять. Так что идеальная равнина — плен — возникнет на месте снежных вершин лишь через сотню, а то и больше миллионов лет.

Но не нужно грустить по сверкающим ожерельям планеты. Еще не кончится «срок траура», а на Землю придет следующий

горообразовательный этап. Каким он будет? Это тоже вопрос к прошлому. Ибо, лишь узнав из напластований минувших эпох о закономерностях горообразовательных ритмов Земли, мы сможем продолжить выявленную нами кривую в будущее...

Горы прошлого не сохранились — их постигла описанная выше судьба. Но какими они были, можно высчитать, если воспользоваться методами, похожими на тот, что применяли геоморфологи МГУ, когда восстанавливали этапы роста Западного Тянь-Шаня.

От разрушенных гор канувших в Лету эпох остались обломки, осадочные породы, отлагавшиеся в бывших горных долинах. И количество этих осадочных пород должно быть в определенном соотношении с высотой несуществующих горных стран. Нужно только научиться отличать обломки гор от прочих осадков.

Вряд ли горные пейзажи прошлого принципиально отличались от современных. И кто хоть один раз побывал в горах, хорошо запомнил самые типичные продукты разрушения гор. Галька и окатанные валуны в горных долинах. Галька и валуны заполняют гигантские впадины. Их затягивает илом, песком, глиной. Все это цементируется в осадочную породу, имеющую галечными или валунными конгломератами.

Итак, чем больше конгломератов, тем больше была высота гор, из которых они образовались.

В некоторых древних прогибах Средней и Центральной Азии откладывались толщи конгломератов, возникших из обломков горных систем разных горообразовательных эпох. Советский геолог В. М. Рейман тщательно исследовал их, сравнил. И что же?

Высота существовавших здесь горных систем от одного горообразовательного периода к другому все время росла. Ритм увеличивает размах колебаний! Из этого следует один важный вывод: никогда не видела Земля гор, которые шли бы в сравнение с нынешними. Но если закономерность сохранится, в следующие горообразовательные эпохи на планете будут вершины и выше нынешних.

Количество осадков во впадинах тем больше, чем выше горные сооружения. И еще — чем глубже впадина. Значит, толщина осадков рассказывает, что прежде не только горы были ниже, но вообще контрастность рельефа была меньшей, чем сейчас.

Американский ученый Гилюли вывел эту закономерность для последних 500 миллионов лет. Океаны становятся глубже,

а горы — выше с каждым новым горообразовательным периодом. Таков его вывод.

И вот, подсчитывая с карандашом в руке толщину конгломератовых пластов в одном из прогибов Центральной Азии, человек прозревает глубь горообразовательных эпох, в каждую из которых высота гор, так же как и глубина морей, была вдвое (!) больше, чем в предыдущую, и вдвое меньше, чем в последующую!

Как будто в стремлении соединить Землю с космосом неведомый строитель устраивает каждые 100—150 миллионов лет новое вавилонское столпотворение. Попытка не удается, но упорно повторяется снова уже на более высоком «техническом уровне».

И если эта закономерность сохранится, то уже в следующую горообразовательную эпоху, через 100 примерно миллионов лет, высота земных гор достигнет 15—20 километров. Но и эти горы распадутся, чтобы дать место следующей складчатой системе, отдельные горные вершины которой перевалят за 30-километровую отметку. Это значит, что через 250 миллионов лет зубчатые пилы хребтов пройдут стратосферу и выйдут к озонному небу планеты — озоносфере.

Минет еще один этап и еще. И через полмиллиарда лет горы чудовищно исказят облик нашей планеты. Они поднимутся туда, где бушует холодное пламя полярных сияний. Их вершины нужно будет увещевывать сигнальными фонарями, чтобы не задеть за них искусственным спутником и взлетающим космическим кораблям.

К тому же, если горы растут вверх, они прорастают корнями к сердцу Земли — в мантию. И океанические впадины углубятся на десятки километров. Как сокрушительная червоточина, изъест нашу планету горообразование, самая структура Земли изменится.

Все это — при том условии, что геологи верно истолковали странные данные, полученные ими в геологических разрезах. И что данные эти можно распространять на будущее. Но если их нельзя распространять на будущее, то переживаемый нынче Землей этап является какой-то кульминацией, взлетом, за которым начнется геологическая деградация, спад. И не увидят наши потомки не только гор до неба, но и самых простых сопок. И море начнет, размывая берега, заливать сушу, которая не в силах уже будет вытаскивать себя из пучин.

Пульсирующая Земля

Земля-сердце

Мир геологических идей. Он полон столкновений и затяжной борьбы сразу, так сказать, на нескольких фронтах.

Фронт проходит не только между мобилистами и фиксистами. Есть еще более важный, основной спор, можно сказать, общефилософского характера: между идеями одностороннего развития земной коры, с одной стороны, и идеями всеобщей цикличности — с другой.

Земля не вечна. Она родилась вместе со всей планетной семьей, отживет « положенное » и умрет так или иначе не скоро, но неотвратимо. Эволюция жизни на Земле тоже односторонний, необратимый процесс. Односторонность есть, так же как есть цикличность во многих процессах этого направленного развития. Это бесспорно. Спор — о границах между направленностью и цикличностью.

Земная кора. Многие геологи считают, что она « выпадает » из циклических процессов. Земная кора континентов, считают они, настолько легче подстилающей ее мантии, что, раз выделившись из нее, кора уже не может утонуть снова. Другие учёные — мы уже об этом говорили — оспаривают незыблемость современной коры, ее предназначение стать свидетелем конца света.

В главе « Все выше, и выше, и выше » говорилось о загадочной закономерности, обнаруживаемой в напластованиях обломков разрушенных гор. Получается, что от одного горообразовательного периода к другому мощь тектонических процессов все время нарастает, и встает даже вопрос о приближающейся тектонической катастрофе, гибельной для нашей Земли как планеты.

Эти измерения горячо обсуждаются уже давно. В 1940 году академик В. А. Обручев, подробно излагая результаты таких измерений, проделанных в США и Канаде, категорически отверг тезис о неизбежности тектонической катастрофы.

Нарастание тектонической активности есть, но оно только восходящая ветвь какого-то гигантского, неизвестного цикла. Этот подъем неизбежно должен смениться всеобщим падением. Такова мысль В. А. Обручева. С нее-то он и начинает изложение новой по тем временам и далеко не утратившей свое значение по сей день теории пульсирующей Земли.

Была теория контракции, сжатия планеты. Согласно ей, горы на Земле — как морщины на коже высохшей компотной груши. Эта теория господствовала, когда считали, что Земля возникла при остывании огненного шара. Жар Земли улетучивался с поверхности, образуя корку, и прятался в сокровенных недрах, а застывшая корка коробилась, дыбя горные системы.

Но потом открыли радиоактивный разогрев недр планеты и еще — явные следы растяжений в коре Земли, никак не объяснимых с точки зрения теории контракции. И появилась противоположная точка зрения — теория расширяющейся Земли, столкнувшаяся тоже с немалыми трудностями.

И вот группа геологов — американец У. Бечер, советские геологи В. А. Обручев и М. А. Усов — объединяет две эти враждующие однонаправленные теории в одну сверхциклическую теорию. Земля — это большое бьющееся «живое» сердце! Ее биение — это смена процессов сжатия, преобладающих в земной коре в эпохи роста гор, складчатых систем, процессами растягивания, когда на огромном протяжении лопается земная кора, изливаются лавы, растягиваются и прогибаются, затопляясь мелкими морями, равнины континентов.

Рамки «кардиологической» теории удивительно гибки. Они позволяют вместить очень многие «экзотические» гипотезы, примиряя непримиримое.

Мобилизм. Континенты могут двигаться на пульсирующем шаре. И даже обязательно будут двигаться! Как говорил В. А. Обручев, во время пульсации «каждый раз происходит действительное перемещение континентальных масс на поверхности».

Дело в том, что, когда идет стадия расширения, земная кора лопается не где попало, а чаще в самом слабом месте, там, где она уже лопалась «в прошлый раз». И берега такой трещины, раздвинувшиеся в прошлые фазы расширения, раздвинутся еще больше. При последующем сжатии эти берега не сомкнутся: они уже заполнены молодой, прочной на сжатие, застывшей корой, образованной излившейся магмой.

Сжатие проявит себя на других, податливых именно к сжатию участках коры. И на планете вырастут могучие цепи очередного горообразовательного периода.

Возьмем лист бумаги. Мы можем сделать из него горную складку двумя способами. Если поднимем пальцем или карандашом его центральную часть — и если сдвинем навстречу его противоположные стороны.

Среди тектонистов — две школы. Одна утверждает, что все

горы возникли первым путем. Это «вертикалисты». Вторая школа — «горизонталисты» — считает, что горы возникают только путем бокового, горизонтального сжатия.

«Пульсирующая» теория легко объединяет противников. «Просто» процесс горообразования разбивается на два этапа — горизонтальный и вертикальный.

Сначала горы дыбятся под боковым напором сжимаемых глыб. При этом кора изгибаются, ломается как вверх, к небу, так и «внутрь», к центру планеты.

Но вот сжатие ослабевает, даже начинается фаза расширения Земли, а горообразование продолжается!

Теперь в силу вступил принцип изостазии. Коре «плавает» на мантии. И если она слишком глубоко «окунулась» в текущую ее твердь, она начнет всплывать. И вот на смену горизонтальным тектоническим силам приходят вертикальные. Восстановливая после напряженной эпохи сжатия утраченное изостатическое равновесие, кора медленно всплывает в одних местах и опускается в других (там, где она слишком сильно изогнулась вверх).

Сейчас геологи видят чаще вертикальные движения. Следы горизонтальных встречаются в основном в смятых пластах уже воздвигнутых горных цепей. Значит, очередная эпоха сжатия близится к концу; через сотни тысяч, миллионы лет изостатическое равновесие восстановится. Горы начнут разрушаться. Равнины — прогибаться и опускаться под уровень моря. На лице Земли, в основном в океанах вдоль зон расширения, появится огромное число новых вулканов. Это, кстати, тоже одна из побед теории пульсации. Все другие теории не могли объяснить, почему вспышки вулканической активности земной коры не совпадали во времени с максимальным ростом гор. А здесь все ясно. Вулканизм есть выражение временной победы расширения, говорил М. Усов, один из создателей теории.

Теория пульсирующей Земли. Не она ли ляжет в основу грядущей непротиворечивой и все объясняющей геологической теории? Может быть...

Но пока — увы! — и она не пользуется не только всеобщей, но и просто достаточно широкой поддержкой ученых. И у нее есть слабые места. Одно из них — загадочность механизма пульсации.

Земля расширяется от радиоактивного разогрева, говорили создатели теории, но в определенный момент в ее недрах происходит перестройка вещества на атомном и молекулярном уровне. Эта перестройка не только приостанавливает «распу-

хание» Земли, но и сокращает снова ее радиус до прежней величины. Объяснение действительно очень общее, и основано оно больше на предположениях, чем на фактах. Но не в этом ли пока главная болезнь всех геологических теорий? Ведь если мы можем «увидеть» внутренность Земли при помощи геофизических методов (правда, очень грубо, как сквозь мутное стекло), то увидеть прошлое этих сокровенных недр планеты мы пока не в силах. Мы видим миг из долгой и сложной жизни. И вопрос, собственно, в том, чтобы построить стройный, логичный сценарий истории Земли, конечные кадры которого совпали бы с нашей действительностью.

Земля-колокол

И вот, приглядевшись к сегодняшнему лицу планеты, поищем, нет ли в нем какой-нибудь странности, способной подсказать хотя бы несколько предыдущих кадров геологического сценария. Именно это сделал советский ученый Н. Ступак. У него получилось, что Земля может пульсировать без изменения радиуса и объема!

Возможно ли это? Да, возможно, если предположить, что Земля не целиком сжималась и расширялась, а сжимала и расширяла поочередно разные свои части. Именно к этой мысли пришел Н. Ступак, обратив внимание на некоторые особенности фигуры нашей планеты.

Земля имеет форму шара.

Земля имеет форму эллипсоида вращения (сплюснута у полюсов).

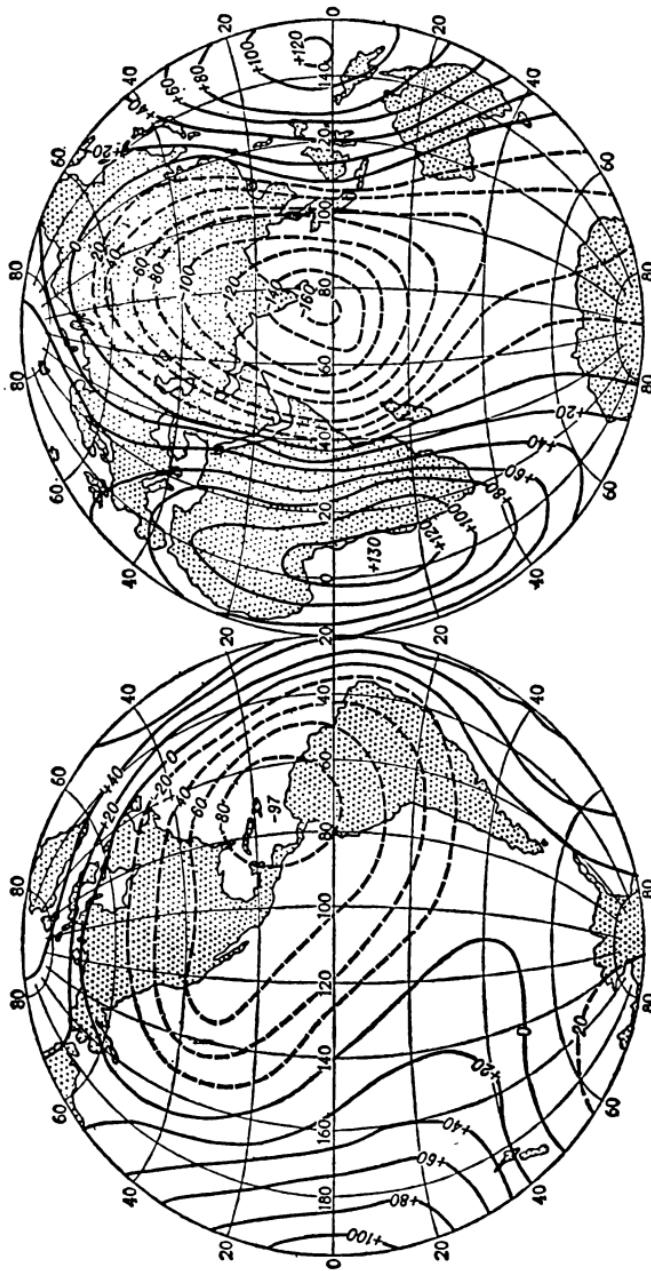
Земля имеет форму геоида.

Все три эти формулировки верны, но каждая следующая точнее предыдущей.

Итак, Земля имеет форму геоида. А что такое геоид? Тело, наилучшим образом отражающее фигуру Земли. Довольно курьезно звучит с непривычки. Не проще ли сказать попросту: Земля имеет форму Земли?

Нет.

Геоид получится, если уровень моря мысленно продолжить на континенты, срезав их «под корешок». Значит, Земля в ее теперешнем виде — это геоид плюс континенты. Так вот, этот геоид отличается от идеального эллипсоида вращения тем, что у него есть необъяснимая приплюснутость на экваторе (у острова Цейлон и в Карибском море) и не менее необъяснимая рас-



Вблизи экватора фигура Земли искажается по неведомой причине. Два горба и две впадины...
Может быть, это стоячие волны в теле планеты?

тянутость все на том же экваторе (у Гвинейского залива в Атлантике и северо-восточнее Новой Гвинеи).

Эллипсоид вращения деформирован! И мало того, что это крайне неудобно геофизикам (из-за этого им пришлось выдумывать прозвище «геоид»), — это совершенно пока необъяснимо.

Но можно попробовать порассуждать.

Все аномалии парные. Две положительные, две отрицательные. Близки по величине (порядка 100 метров) и по широте: все на экваторе. Чувствуется какая-то закономерность...

Можно предположить, что два бугра и две впадины в геоиде — это волны в теле Земли. Они связаны как-то с вращением планет и медленно движутся гуськом по экватору...

Но Н. Ступак считает, что перед нами — стоячие волны. Земной шар пульсирует, но пульсирует, не меняя объема. В то время как он «распухает» по одной оси (сейчас по оси Гвинейский залив — Новая Гвинея), по другой оси он сжимается (сейчас остров Цейлон — Карибское море). Достигнув максимума, эта пульсация меняет знак. Длинная ось начинает сокращаться, короткая — удлиняться. В какой-то момент вся эта система пройдет через нуль, то есть Земля станет действительно эллипсоидом вращения. Но ненадолго.

Представьте себе, что у вас две дыхательные системы. В то время как одной вы вдыхаете, другой — выдыхаете. Потом наоборот. Вы сможете при этом дышать, не меняя суммарного объема легких. Так и Земля по этой гипотезе.

Все преимущества пульсационной теории У. Бечера — В. Обручева — М. Усова как будто сохраняются. Причем некоторые моменты теории движения континентов получают дополнительное подтверждение. Одна из аномальных точек (около острова Цейлон) расположена между Индией, Африкой, Австралией и Антарктидой — осколками древнего континента Гондваны!

Можно представить себе, как от этой точки, попавшей каким-то образом в центр Гондванского континента 200 миллионов лет тому назад, зазмеились трещины, намечая контуры будущих материков, и каждая пульсация расширяла эти трещины все больше, пока не превратила их в Индийский океан. Можно даже объяснить, почему Индия недалеко отошла от центра «разбегания». Она столкнулась скоро с Азиатской и Китайской платформами и потратила энергию своего движения на создание по кромке «торосов» в виде Гималаев.

Да и все другие центры пульсации, возможно, не случайно расположены в океане. Куски континентальной коры как бы

отталкиваются ими. В Атлантическом океане, противоположные берега которого столь похожи по очертаниям, целых два таких центра.

Впадины и вздутия геоида разделены нуль-линиями. Вдоль этих линий поверхность геоида в точности совпадает с идеальной — эллипсоидом вращения. И видимо, всегда совпадает, при всех фазах пульсаций! Земная кора здесь, «на нейтральной полосе», испытывает сложные деформации.

Видимо, не случайно, считает Н. Ступак, точно на нулевой линии лежат Великие Африканские разломы, циклопические швы в земной коре, отмеченные вулканами, землетрясениями.

Земля, пульсирующая, медленно вибрирующая без изменения объема? Земля — колокол? Да! Если бы мы могли проигрывать магнитную запись медленных колебаний Земли с любой скоростью, мы услышали бы голос планеты на самых разных частотах.

У твердого тела планеты есть собственный период свободных колебаний. Помните? Как у струны, камертона, земной атмосферы. У земного шара он равен часу.

Земля может колебаться при этом по-разному. Медленная дрожь после землетрясений приближает и удаляет друг от друга полюсы Земли. Закручивает и раскручивает северное полушарие относительно южного. Дважды в сутки растягивают и сжимают твердое тело Земли приливные волны. А скорость вращения Земли! Ведь малейшие ее изменения, как мы видели, влияют на степень сплюснутости Земли у полюсов. Это значит: твердое тело Земли должно переливаться из одной формы в другую, непрерывно приспосабливаясь к прихотям режима вращения земного волчка.

Очень многие ученые искали в очертаниях горных хребтов Земли, в движениях ее коры проявления «ротационных сил».

Критические параллели

Наибольшей высоты горы достигают в обоих полушариях в субтропических широтах ($30-35^{\circ}$), что, вероятно, связано с общим структурным планом Земли...

Большая Советская Энциклопедия

Полярные исследователи, возвращаясь из своих странствий, рассказывали странные вещи. На скованных холодом мрачных скалах Земли Франца-Иосифа, Новой Земли, Гренландии они часто встречали следы недавнего действия моря. Прибойные пляжи на террасах, поднятых высоко над уровнем моря — на

десятки и сотни метров. На скалах находят скелеты тюленей, стволы принесенных морем деревьев.

И вот что интересно. Чем севернее местность, тем на большей высоте находятся эти свидетельства недавнего присутствия моря.

Ученые давно уже нашли объяснение всеобщему поднятию суши в Северном Ледовитом океане. Великий четвертичный ледник, многокилометровой своей толщиной вдавивший земную кору в мантию, занимал огромные пространства. Местами он лежал прямо на морском дне. И вот каких-нибудь 15—20 тысяч лет назад ледниковый щит, подобный современному антарктическому, начал таять. Его остатки тают до сих пор. И земная кора, освобожденная от груза, стала распрямляться.

Но в наши дни ни одна теория, даже столь давно и прочно утвердившаяся в умах и учебниках, как ледниковая, не застрахована от критики.

В последние годы противники «гляциализма» нашли в построениях сторонников четвертичного оледенения немало противоречий и неточностей. Биологи упрямо твердили, что мелкие моря типа Белого и Балтийского вовсе не были выдавлены льдом до дна, иначе в них не сохранились бы многие древние виды моллюсков и рыб, которые водятся только в этих морях и нигде больше. Ледниковые валуны, морены, могут образоваться и не ледниковым путем. В Белом море и сейчас можно видеть, как на мелководьях нарастают «морены» из камней, оторванных от скал и перенесенных на далекое расстояние морскими льдами.

Нашлось другое объяснение и для явления всеобщего подъема суши по берегам и на островах северных морей.

В 1933 году геолог А. Д. Архангельский подчеркивал, что «процесс выравнивания Скандинавского и Канадского щитов возник задолго до ледникового периода, и поэтому нет никаких оснований относить поднятия за счет разгрузки от оледенения».

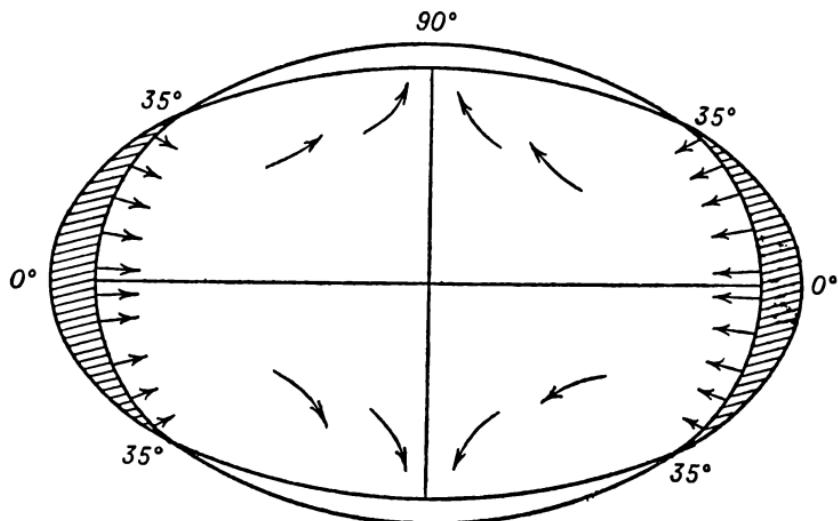
А Ли Сы-гуан, известный китайский геолог, доказывал, что вне всякой связи с оледенениями процесс отступления моря в высоких широтах Земли всегда сопровождался наступлением океана в районе экватора и наоборот. Очень многие признаки указывали на то, что эта пульсация моря связана с неравномерностью вращения Земли вокруг собственной оси.

Дж. Дарвин, как мы уже знаем, установил закон, по которому под действием приливных сил замедляется вращение планеты. И вот это замедление (в наши дни сутки удлиняются

примерно на 0,0016 секунды за каждые 100 лет) приводит к тому, что сплюснутость Земли уменьшается.

Поэтому, доказывает советский ученый профессор М. В. Ставас, и поднимается из вод морских полярная суша. А в районах экватора, она, наоборот, большей частью опускается. И заболачивание амазонской сельвы, джунглей Конго и Индии, размыв берегов Малайского архипелага — все это имеет отношение к большой перестройке фигуры Земли.

Но если экваториальные области опускаются, а полярные — поднимаются, то где-то между ними должна проходить крити-



Уменьшается приплюснутость Земли — и вещества мантии перетекает от экватора к полюсам. Кора планеты испытывает при этом сложные деформации, особенно сильные на критических параллелях

ческая параллель, разграничитывающая их. Эту параллель нашли математики. Она проходит по широте 35 градусов 15 минут 22 секунды в обоих полушариях.

Французский ученый Ш. Морен пробовал в 1927 году подсчитать, сколько землетрясений приходится на каждую широту Земли. У него получилось, что максимумы землетрясений приходятся на тропический пояс и пояс между 30 и 40 градусами широты. При замедлении своего вращения планета как бы худеет в талии. Тропический пояс — первая критическая параллель — испытывает сжатие. Именно поэтому здесь много

землетрясений, а горы, разломы коры, которые есть на экваторе, имеют в основном меридиональное направление, поперечное силам сжатия.

М. В. Стлас провел такой расчет. Начиная с силурийского периода (больше 400 миллионов лет назад) площадь экваториального пояса Земли уменьшилась вследствие похудения Земли в талии на 184 214 квадратных километра. Экваториальный диаметр Земли уменьшился при этом на 6 километров.

Все эти квадратные километры коры не могли исчезнуть бесследно. Они были «съедены» складками коры, поперечными горными цепями, поперечными же трещинами, в число которых М. В. Стлас включает те же Великие Африканские разломы.

Одновременно увеличивался полярный диаметр планеты — почти на 12 километров за эти сотни миллионов лет. А обе полярные области планеты увеличились на 183 474 квадратных километра.

Это почти равно тому, что Земля потеряла у экватора, но не совсем: 740 квадратных километров исчезло. Этого следовало ожидать: ведь планета приблизилась по форме к шару, а поверхность шара — наименьшая при данном объеме. Так что в целом Земля теряет земную кору по мере замедления своего вращения.

Вблизи полярного круга, по широте 62 градуса, проходит еще одна критическая параллель Земли. Именно эта параллель более других приполярных широт удлиняется при уменьшении сплюснутости Земли. Здесь, отмечает М. В. Стлас, тоже происходит много землетрясений (примеры — Исландия, Аляска). Здесь земная кора трескается от растягивающих ее усилий. И трещины эти, разломы, стремятся расположиться вдоль меридианов перпендикулярно критической широте.

А вот критическая параллель, разграничитывающая область сжатия и область растяжений, совпадает с крупнейшей горной системой Земли — Гималаями, Памиром, Гиндукушем.

Она проходит в северном полушарии примерно через Сан-Франциско, Лиссабон, Сицилию, Калабрию, Ирак, Токио. Одно только это перечисление даже для неспециалиста прозвучит как напоминание о крупнейших сейсмических катастрофах в истории Земли. На эту же параллель ложится крупнейший подводный разлом коры Тихого океана — Муррей.

В южном полушарии эта исключительность 35-й параллели выражена менее ясно, но и там названия Консепсьона (Чили), Австралийских Альп, мрачных вулканических остро-

вов Тристан-да-Куниья, островов Новой Зеландии напоминают нам о разрушительных землетрясениях, повышенной вулканической активности, о незаконченных процессах горообразования.

Вряд ли, конечно, можно согласиться с М. В. Столовым, который чуть ли не всю тектоническую деятельность Земли рассматривает через сеть критических параллелей (и меридианов — их он тоже выделяет). Но на важность общепланетарных напряжений в теле Земли для тектоники указывали многие видные ученые — академики В. А. Обручев, Н. С. Шатский и другие.

Прав, вероятно, выдающийся советский геофизик Ф. Н. Красовский, который в свое время сказал об этом осторожно, но определенно: «Земная кора в поясах между широтами 20 и 50 градусов должна обладать большей приспособленностью к изменениям фигуры Земли, обусловленным изменениями скорости вращения Земли, чем в остальных частях земного шара».

Как же могут проявить себя ротационные изменения фигуры Земли в ритмах нашего мира?

Ритмы мелкого порядка как бы заложены в самом режиме вращения Земли. Сутки не только равномерно удлиняются с течением столетий. Иногда скачком, по непонятной причине, скорость вращения Земли возрастает. Так было в 1910—1913 годах. За четыре года сутки сократились на 0,0044 секунды.

Скорость вращения неравномерна даже в течение суток — из-за воздействия Луны и Солнца. И в течение года тоже. В марте скорость вращения Земли минимальна, а в августе — максимальна.

Да и вековое замедление вращения Земли под тормозящим действием Луны и Солнца идет неравномерно (как мы уже знаем, приливные силы не отличаются постоянством). С 1681 по 1954 год сутки удлинялись в среднем на 0,0004442 секунды в год. А с 1887 по 1954 год — на 0,001645 секунды. То есть скорость торможения Земли возросла чуть ли не в 4 раза!

Это мелкая рябь ритмов. А крупные циклы могут проявлять себя, даже если удлинение суток шло с постоянной скоростью.

Вот как представлял себе это наш соотечественник ученый Л. С. Лейбензон. В 1910 году он высчитал, что земная кора деформируется не все время по мере перестройки фигуры планеты, а рывками, когда напряжение, растягивающее или сжимающее, превысит предел прочности коры. По подсчетам Л. С. Лейбензона, земная кора континентов должна трескаться

на больших протяжениях тогда, когда сутки изменятся не менее чем на 11 минут. И если современное замедление вращения Земли (сутки увеличиваются за 100 тысяч лет на 1,6—2,4 секунды) было в прошлом таким же, то земная кора лопается, подстраиваясь под изменения фигуры Земли, каждые 30—40 миллионов лет.

Цифра интересная — и очень знакомая геологам. Именно такими по продолжительности были горообразовательные циклы, входившие в «большие» горообразовательные эпохи. По мнению академика Д. В. Наливкина, таких подчиненных ритмов горообразования было в альпийскую горообразовательную эпоху шесть, в герцинскую — пять, в каледонскую — тоже пять.

Все небесные тела вращаются, все они — круглые. Значит, у всех можно искать критические параллели.

М. В. Стлас напоминает, что пятна на Солнце зарождаются именно у 35-й солнечной параллели. Известно, что наше дневное светило и некоторые крупные планеты вращаются с неодинаковой скоростью разными своими широтами. Самое быстрое вращение на экваторе. Ближе к полюсу скорость вращения широты падает, но падение это не постепенное. Скачком скорость меняется все на той же 35-й параллели.

Земля твердая. Но у нее есть атмосфера, которая проявляет склонность вращаться так же, как фотосфера Солнца, гигантские атмосфера Сатурна и Юпитера: быстрее у экватора, медленнее у полюсов.

И тут линией раздела служит 35-я параллель. Ревущие сороковые широты. Не потому ли многие поколения моряков и метеорологов выделяют их в обоих полушариях, что здесь самая высокая циклоническая активность земной атмосферы?

И эти же ревущие сороковые медленно, но неотвратимо действуют в твердой коре Земли. Многие ученые — В. Шардеский, Р. Ревель, Б. Мунк — находят и в земной коре признаки неравной скорости вращения на разных широтах. Это проявляется в медленном поворачивании гигантских блоков земной коры, расположенных вблизи все той же 35-й параллели. Индия, по некоторым данным, медленно вращается против часовой стрелки. А Австралия — по часовой!

Так пульсирует, или, если осторожнее, может пульсировать, Земля, вся в целом или отдельными своими частями, закономерно и ритмично, вздымая цепи гор, раздвигая материки...

Ad sidera visum

Имеется целая иерархия измерений, начиная от суточного цикла до огромного геологического цикла и его фаз... Поднимаясь по этой иерархии вверх от малого к более крупному, мы приблизимся к фазам геологического цикла и, наконец, к суммирующему все эти фазы самому большому циклу — галактическому году, охватывающему огромное геологическое время.

Профессор Б. Л. Личков

Галактический год

Чем более крупные ритмы рассматривали ученые, тем чаще приходили они к мысли о внутреннем единстве самых разных циклических процессов на планете и в космосе.

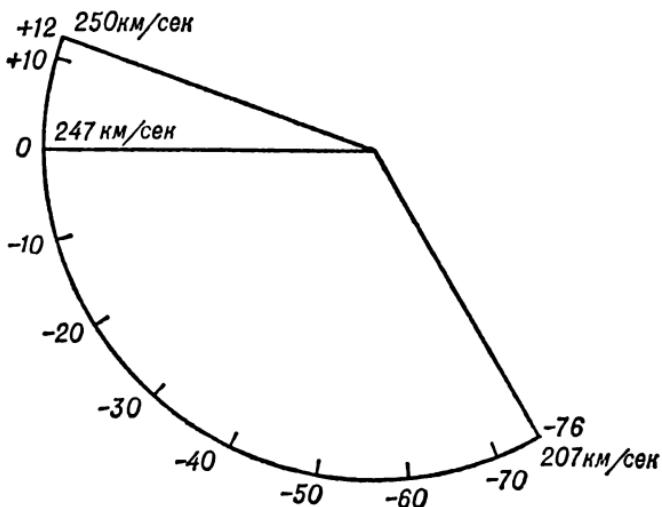
По напластованиям земных слоев — летописи минувших эпох — геологи, географы, палеонтологи видели, что ритмам горообразовательным соответствовали, как правило, ритмы климатические — великие похолодания и потепления. А с теми и другими тесно связаны зигзаги биологической эволюции.

До поры до времени все объясняли «просто»: росли горы, на них зарождались ледники, которые спускались в долины и портили климат планеты. Но потом возникло подозрение, что в прошлом на Земле не было более высоких гор, чем нынче. А современные Гималаи и другие высочайшие горные системы нисколько не охлаждают соседствующих с ними тропиков и субтропиков.

Продолжительность самых крупных циклов Земли — горообразовательных этапов и привязанных к ним гигантских климатических ритмов сейчас исчисляется примерно в 180—200 (за рубежом в 200—250) миллионов лет. Эти цифры остались сухими и бесстрастными, пока кто-то из геологов не обратил внимания, что очень близкими промежутками времени оперируют астрономы. Около 200 миллионов лет длится галактический год Солнечной системы, период обращения нашей звезды вокруг центра звездной системы, к которой она принадлежит, — Галактики.

Вычислить в точности орбиту, по которой Солнце обращается вокруг центра Галактики, очень трудно. За все время существования астрономии мы прошли по этой орбите около десяти секунд дуги. А за время, когда в астрономии существует понятие о Галактике, — во много раз меньше. И все же астрономам удалось — приблизительно, конечно, — вычислить основные элементы этой орбиты.

По данным известного нашего астронома П. П. Паренаго, галактический год длится 212 миллионов лет. Но геологов скорее должен интересовать другой период — 176 миллионов лет. Дело в том, что орбита Солнца (эллиптическая, с перигалактием — моментом наибольшего сближения с центром Галактики и апогалактием — моментом максимального удаления) оказалась весьма не простой. Сама плоскость этой орбиты как бы вращается навстречу движению Солнца. Из-за этого, покинув перигалактий, Солнце придет в него снова не через полный галактический год, а раньше — через 176 миллионов лет.



Путь Солнечной системы вокруг центра Галактики от апогалактия (пройден 76 миллионов лет назад) до перигалактии. Сейчас Солнце ближе к перигалактию (наступит через 12 миллионов лет), и его скорость — 247 километров в секунду

Итак, раз в 176 миллионов лет Солнце вместе со всей своей планетной семьей приближается к центру Галактики, проходит через пространство, более насыщенное звездами, межзвездной материей, магнитными полями, космическими лучами. Не может ли это быть причиной горообразовательных, климатических и эволюционных ритмов Земли?

С эволюцией — «проще всего». Число генетических мутаций, без сомнения, увеличивается с ростом космического излучения, а естественный отбор усиливает свое действие в периоды

быстрых изменений климата. Гораздо сложнее связать сам климат с «сезонами космического года». Стоп! Может быть, где-то здесь и отгадка? Сезоны космического года...

Нашиими временами года мы обязаны вполне космической причине — наклону земной оси. Не может ли эллиптичность солнечной орбиты тоже вызывать своего рода смену галактических сезонов?

Мы очень мало знаем о том, как звезды влияют друг на друга и на планетные системы друг друга. И потому гипотезы, связывающие сезоны галактического года с климатом и горообразованием, обильны и обладают множеством уязвимых мест, требуют иной раз таких допущений — физических, астрономических, геологических, — что некоторые представители этих наук порой теряют терпение и обрушаются на «астрогеологию» с резкими нападками. Но при этом часто сами впадают в противоположную крайность, выплескивая с водой ребенка — отвергая самую мысль о единстве всех естественных процессов, о том, что Земля не изолированное от космоса, а рядовое космическое тело, живущее в сообществе других космических тел.

Попробуем все же проследить за осторожными и робкими пока набросками теории «галактических сезонов».

Многие геологические данные говорят о том, что большие похолодания совпадали с подъемом горообразования и с перигалактиями солнечной орбиты. Г. Ф. Лунгерсгаузен, известный советский исследователь, называет перигалактии космическими зимами.

В самом начале такой зимы живем мы с вами. Очередное максимальное (хотя и не такое уж близкое) сближение Солнца с центром Галактики наступит «всего» через 12 миллионов лет. Это значит, что пережитые Землей недавно похолодания — цветочки по сравнению с тем, что ждет наших отдаленных потомков.

А сила современного горообразования, и так не маленькая, еще долго будет нарастать.

А что, если, приближаясь к центру Галактики, Солнечная система попадает в довольно плотные слои космической пыли? Межпланетное пространство мутнеет, солнечный свет и тепло достигают Земли уже «не в полном объеме».

Попадая в атмосферу Земли, космическая пыль служит ядрами конденсации для паров воды. Небо в «космические зимы» больше покрыто тучами, отражающими солнечный свет обратно в космос. Климат планеты делается более влажным.

А это, как считают многие географы, даже больше влияет на образование нетающих горных и полярных льдов, чем походания.

Мы видели, какую огромную роль могут играть в космосе приливные силы. Даже планеты оказывают своим слабым притяжением такое влияние на наше светило, что могут быть регулятором его активности, что в свою очередь влияет на климаты Земли.

Солнце, погружаясь в моменты перигалактиев в самую гущу нашей звездной системы, попадает в гораздо более мощное поле тяготения, чем то, которое воздействовало на него в дальних частях орбиты. Всю толщу Солнца пронизывают могучие приливные усилия. Они могут повлиять на активность образования солнечных пятен, мощь и частоту солнечных вспышек, силу солнечного ветра.

А усиление солнечной активности — об этом шла речь в главе «В небе Солнца» — обязательно «портит климат», делает его более влажным.

Центр Галактики может вызывать приливы непосредственно на планетах. Сейчас Земля обращена к центру южным своим полушарием. И именно в южном полушарии Земли находится самый высокий ее материк — Антарктида. Через четверть галактического года центр Галактики будет над экватором Земли. Его приливная сила будет то складываться с приливными силами Луны или Солнца, то вычитаться из них. Пройдет еще один галактический сезон — и центр Галактики окажется над северным полушарием Земли.

Фигура Земли вынуждена будет подстраиваться к изменяющимся условиям каждую четверть галактического года, то есть каждые 40—50 миллионов лет. В предыдущей главе мы уже знакомились с этими периодами, отдельными фазами большого горообразовательного периода. Только там к этим цифрам привел расчет прочности земной коры, а здесь — «времена галактического года».

Г. Ф. Лунгерсгаузен по-иному представляет себе деление большого геологического цикла на фазы. Дело в том, что плоскость орбиты Солнца не совпадает с плоскостью Галактики. Значит, только дважды в галактический год Солнце попадает точно на эту плоскость. Это очень важно, ибо Галактика — очень плоское образование, вроде блина, и, чуть-чуть удаляясь от этой плоскости. Солнце довольно резко меняет среду обитания: звездная плотность колеблется.

Вместе с терпеливым читателем мы ушли довольно далеко от Земли в поисках ответа на сугубо земные проблемы. Так далеко, что даже забравшиеся в эти космические дебри специалисты-геологи разбавляют свои статьи многочисленными оговорками: «можно предположить», «вероятно», «не исключено».

Но, учитывая это, мы должны все же пройти до конца, чтобы представить себе весь комплекс явлений — земных и космических, которые могут быть связаны между собой с точки зрения современной науки.

Физики обычно мало интересуются геологией, а геологи плохо знают физику. Это положение начало меняться только в последнее время.

Не так давно на одном из совещаний «астрогеологов» был прочитан доклад, который вызвал споры. Автор доклада А. А. Лавров попытался объяснить смену галактических сезонов, опираясь на некоторые положения теории относительности. По этой теории масса любого тела, в том числе и космического, — величина не такая уж абсолютная. Она зависит от скорости.

В микромире это очень существенно. Там твердо различают массу покоя и массу движущейся (с околосветовой скоростью) частицы. В макромире этим эффектом обычно пренебрегают. Считают: раз до околосветовых скоростей далеко, то и говорить не о чем. Лавров решил все же попробовать. Попробуем вслед за ним и мы.

Тут не обойтись без формулы, связывающей массы покоящегося и движущегося тела:

$$m_{\text{движ.}} = \frac{m_{\text{покоя}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Здесь v — это скорость тела, а c — скорость света. Ясно, что, чем больше v , тем дробь $\frac{v^2}{c^2}$ ближе к единице, выражение $1 - \frac{v^2}{c^2}$ — к нулю, а все выражение в целом — к бесконечности.

Но в нашем случае до бесконечности далеко. Орбита Солнца (а следовательно, и всей ее планетной семьи) эллиптическая. Значит, скорость Солнечной системы не постоянна. Если

в апогалактии она равна 207 километрам в секунду, то в перигалактии она возрастет до 250 километров в секунду! Разница не такая уж маленькая. Подставим эти цифры в формулу, и у нас получится, что в перигалактии Земля весит примерно на 0,00000022 своей массы больше, чем в удаленной точке своей орбиты.

Весь «дефект массы», прибавка «из ничего» составляет примерно 1320 триллионов тонн. Все последствия такого ритмичного утяжеления трудно исчислить. Во-первых, Земля действительно оказывается пульсирующей с биением, равным одному галактическому году! Ведь, прибавляя в массе, в перигалактии она сжимается — тут вздымаются горы, дыбятся складки. А в апогалактии, когда планета несколько «расслабляется», на Земле побеждают процессы расширения. Изливается лава на огромных пространствах из лопнувшей и разошедшейся коры, растягиваются и прогибаются равнины.

Более тяжелая и компактная в перигалактии планета верится быстрее. Значит, вступают в действие новые циркуляционные процессы в атмосфере, ее сплюснутость увеличивается, оживают критические параллели. Вероятно, это ускорение вращения не проходит бесследно и для земного магнитного поля (ведь само существование этого поля зависит от режима вращения электрического динамо планеты), а значит, и для полярных сияний, космических лучей и всей свиты «аэрономических» явлений.

Становится несколько тяжелее не только Земля, но и все планеты Солнечной системы и само Солнце. Значит, они несколько теснее сближаются в космосе, и последствия этого, возможно, тонкие и трудноисчислимые, тоже проявляют себя в космических связях.

Пульсирующий космос

Древние говорили: «*Pedes ad terram, ad sidera visum*» (ноги на Земле — в звездах взор). В таком состоянии сейчас находятся многие науки о Земле. В космосе ищут они ответа на земные вопросы. А космос еще и еще раз напоминает нам о ритмах, о гигантских и малых волнах во времени и в пространстве.

Все острые, новые, волнующие проблемы астрофизики связаны с ритмическими процессами.

Несколько лет назад были открыты квазары — квазизвезд-

ные объекты. Их долго принимали за галактики, пока не обнаружили, что они меняют блеск по сложной, многоритмичной кривой. Но их не осмеливаются назвать и звездами. Видимо, это гигантские капли ядерного вещества, родственные тем телам, из которых образовались и звезды нашего мира.

Ритмично вспыхивают и гаснут в черноте Вселенной новые и сверхновые звезды. Что за маятник раскачивает ядерный механизм этих звезд, заставляя их пульсировать?

А совсем недавно найдены были пульсары, мигающие нам радиосигналами, по стройности и какой-то странной систематичности напоминающими сигналы наших радиопередатчиков. Теперь уже отвергнута окончательно мысль, что мы слушаем, не понимая их, сигналы какой-то цивилизации. Но в таком случае какой природный процесс управляет этой идеальной ритмичностью?

Вся наша Вселенная, если не лгут спектрографы астрономов, разлетается из единого центра. Спектр всех достаточно удаленных звезд сдвинут в сторону красного конца. И как кажется нам более басовитым гудок удаляющейся от нас электрички, так и длина световой волны как бы удлиняется, когда источник ее удаляется от наблюдателя или фотопластинки.

Вся окружающая нас Вселенная «разбегается». И всегда будет разбегаться? Споры об этом очень похожи на споры о расширяющейся Земле.

Плотность материи в космосе такова, считают астрономы, что не исключена модель пульсирующей Вселенной. В какой-то момент сила взаимного притяжения всего бесчисленного множества разлетающихся галактик, звезд, квазаров победит и начнется сбегание галактик к единому центру. И тогда повторится то, что было и будет много раз. Собравшись воедино, вся масса материи, сжатая чудовищным давлением гравитационного притяжения, набравшая огромную кинетическую энергию своего падения, будет крайне неустойчива. В ее недрах начнутся ядерные процессы, которые трудно себе представить даже на современном уровне науки.

Всеобщий взрыв — и снова летят во все стороны обрывки материи, формирующиеся в квазары, галактики, звезды, вокруг которых начинают обращаться планеты. На мириадах миров проходят самостоятельные пути развития разнообразнейшие биологические эволюции, рождаются и гибнут цивилизации — и так до следующей пульсации.

Многие ученые считают пульсирующей не всю Вселенную,

а отдельные участки бесконечной Вселенной — метагалактики. Все метагалактики подобно нашей пульсируют. Но в то время как одни расширяются, другие, наоборот, уже начинают «склоняться», несметное число бьющихся вразнобой метагалактик заполняют «всю» Вселенную.

Но даже и эта огромная по масштабам картина может оказаться бедной рядом с истинным, бесконечным разнообразием Вселенной, с бесчисленным набором ее ритмов.

В сущности в основе представлений ученых о ритмах всех рангов лежит диалектическая идея о единстве и борьбе противоположностей. В этом смысле само устройство мира является собой ритмичную картину. Были открыты ядерные частицы — и предсказаны античастицы. Предсказание оправдалось.

Мы знаем наш мир, нашу метагалактику. И где-то рядом некоторые ученые мысленно поселили уже антимиры. Мы знаем гравитацию, а физики и техники мечтают уже об антигравитации.

Вселенная, возможно, заполнена сопряженными разными хитрыми способами мирами и антимирами, в каждом из которых могут быть свои собственные физические законы и даже свое собственное течение времени. К этой мысли толкает нас все та же диалектика.

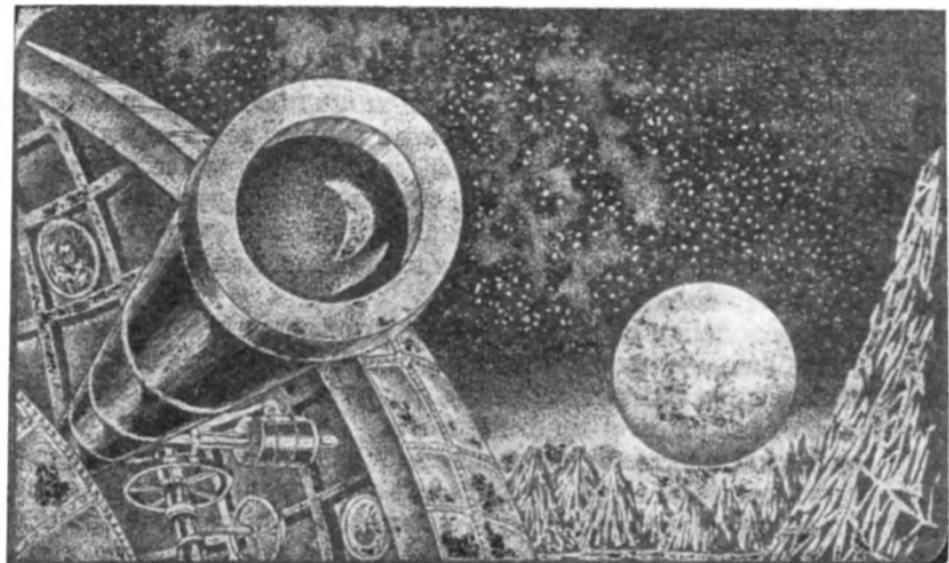
В нашем мире владычествует второй закон термодинамики. Более нагретое тело обязательно передаст свое тепло менее нагретому, а оно в свою очередь — еще менее нагретому, если такое найдется. Это называется энтропией. В результате энтропийных процессов тепло должно распределиться равномерно между всеми телами Вселенной. Если такое случится, наступит «тепловая смерть Вселенной». Энергия в такой Вселенной есть, она никуда не девалась, но она может проявить себя, только если ей есть куда переливаться. Так, в горном озере есть потенциальная энергия, но «работать» она начинает, только если вода найдет себе путь вниз, в долину. А тепловая смерть — это всеобщее равенство энергетических уровней, значит, полное отсутствие любых энергетических процессов. Неподвижность.

Идея тепловой смерти не нравится философам не потому, что она неприятна. А потому, что она выпадает из «ритмичной» философской картины мира. Раз есть энтропия, где-то в мире должна действовать антиэнтропия.

И вот картина Вселенной, состоящей из пульсирующих метагалактик, обогащается новыми понятиями. Метагалактики пульсируют не чисто механически. Не просто расширение сме-

няется сжатием, а меняется знак энтропии! Возможно, считает советский ученый академик Г. Наан, в тех из сопряженных миров, где энтропия заменена антиэнтропией, меняет свое направление само время! В этом случае второй закон термодинамики действителен и для «антимира», но поскольку там время течет вспять, то в целом Вселенная, совокупность пульсирующих миров, уравновешена. По отношению ко всей Вселенной собирание и разбазаривание энергии — процессы равноправные. В этом случае Вселенной не грозит тепловая смерть.

Так даже Время, на котором основано само понятие ритма, вовлекается во всеобщую систему пульсаций и ритмов.



Вместо эпилога. Путь на «Космос»

«Биение ядерного пульса и зов космической среды...
В прозрачной глубине эмульсий застыли странные следы.
В них — неоткрытые законы, разбитых старых истин звон.
В них все — начало, все — исконно, и все расплывчато, как сон».

Это из стихов молодого космофизика казаха Марата, стихов, разбросанных по полям лабораторного журнала, попавшего в мои руки по воле случая на Тяньшаньской высокогорной станции космических лучей.

Это было в 1966 году. Был июль, а на космостанции шел снег. Он таял, касаясь земли. Сплошная серая пелена закрыла все вокруг — ни гор, ни неба не видно, только смутно проглядывали домики станции, а рядом с ними — черные неподвижные силуэты прожекторов. В их раскрытые кверху чаши падали сырье хлопья, тонкие струйки воды стекали по блестящей параболической поверхности.

Эти прожекторы давно уже никому не светят. Их зеркала не отражают яростного сияния вольтовой дуги. Они «работают наоборот»: улавливают по ночам и концентрируют на фотоэлементах слабое свечение Вавилова — Черенкова в атмосфере. Сияющий след в ночном небе оставляют сверхэнергичные

частицы космических лучей, скорость которых превышает скорость света в воздушной среде.

Ливни от таких частиц пробивают одиннадцатиметровую толщу каменистой, мерзлой земли и попадают в ионизационные калориметры (советское изобретение для измерения энергии потоков частиц). Эти длинные медные параллелепипеды уложены штабелями вперемежку со стальными брусками в подземном бетонном бункере станции, где царит тишина и где всегда прохладно, несмотря на раскаленные калориферы: вокруг вечная мерзлота.

Мигают розовыми сигнальными лампочками-неонками, щелкают циферблатами многочисленные счетные устройства: каждый пришелец с неба регистрируется, измеряется его энергия, рассчитывается траектория его полета.

До всей этой сложной и громоздкой аппаратуры первичные сверхэнергичные частицы не доходят непосредственно. Но мы знаем о них по их «творчеству» — каскадам и ливням вторичных космических лучей, частиц, выбитых первичными лучами из атомов атмосферы.

Измеряя энергию и направление ливня, космики могут судить о том, что за «гений микромира» погиб на высоте сотен километров от поверхности Земли, бескорыстно разделив между другими свою энергию...

Этим занимаются космики-ядерщики, которым и принадлежит космостанция, расположенная в горах около Алма-Аты. О ядерном аспекте науки о космических лучах, разделе, связанном с поисками новых элементарных частиц и проникновением в глубь материи, писано много.

Но, оказывается, поток космических лучей, днем и ночью захлестывающий нашу Землю, тоже подчиняется своим ритмам, вариациям, как говорят космики. Часто эти вариации совпадают с магнитными бурями и полярными сияниями (недаром на станции Тикси рядом с домиком наблюдателей полярных сияний строится новое здание для нейтронного монитора космиков).

Есть у потока космических лучей и свои собственные ритмы. Мне рассказывали о них Лев Исаакович Дорман, доктор наук, ведущий специалист в области вариаций космических лучей, и его друг и ученик Евгений Коломеец, заведующий лабораторией космических лучей Казахского государственного университета.

Полезная ошибка

История изучения вариаций началась более 40 лет тому назад. В те времена космические лучи носили свое гордое имя как бы «подпольно». Никто еще не доказал, что они космические. Встречались скептики, утверждавшие, что таинственное излучение приходит не с неба, а снизу, из земных глубин.

Тогда-то и была открыта первая вариация. Однажды ленинградские ученые Мысовский и Тувим, тщательно сопоставив данные наблюдений со сводками Ленинградского метеоцентра, ясно увидели закономерность: поток космических лучей уменьшался на треть процента всякий раз, когда повышалось на миллиметр ртутного столба атмосферное давление. Стало окончательно ясно, что таинственная радиация приходит из космоса, преодолевая толщу земной атмосферы.

Так первая же открытая вариация космических лучей со-служила добрую службу космофизике, обосновала предположения о внеземной природе таинственного вездесущего излучения, обнаруженного за 10 лет до этого.

Но нельзя сказать, что с этого момента началось триумфальное шествие науки о вариациях. Воодушевленные успехом, Мысовский и Тувим сразу же попытались выяснить, из чего состоят первичные космические лучи, те, что не доходили до их приборов, а только присыпали своих потомков второго, третьего поколений.

Вычисления показали, что воздух задерживает космические лучи почти так же, как уже известные в то время гамма-лучи, коротковолновое электромагнитное излучение, родственное рентгеновским лучам. Вывод был такой: космические лучи — это гамма-кванты. Как потом оказалось, ученые ошиблись. Но в истории науки и ошибки бывают полезными, если они побуждают продолжать исследования.

Ученые рассуждали так. Раз космические лучи — это разновидность электромагнитных волн, такая же, как свет или радиоволны, значит, и распространяться они должны подобно свету, по прямой. Выходит, можно в принципе установить: откуда космические лучи пришли и что за источник их излучает. Начались эксперименты.

Сказка о W-Ориона

Немного астрономии. Земля вращается вокруг своей оси и в том же направлении вокруг Солнца. В небе Земли это выгля-

дит так, будто Солнце движется среди созвездий Зодиака. И за год совершают полный оборот по небесной сфере. Выходит, если отсчитывать один земной оборот — сутки то от какой-нибудь звезды, то от Солнца, сутки получатся разными. Ученые так и называют их — солнечные сутки (те, что подлиннее) и звездные. Есть еще лунные сутки — они самые длинные. Их отсчитывают от Луны, которая делает вокруг Земли один оборот в месяц.

Так вот, допустим, рассуждали космики, что источник космических лучей — Солнце. Тогда в потоке лучей была бы вариация, всплеск с регулярностью один раз в солнечные сутки. Если же источник — звезда, период вариации был бы короче, он был бы равен звездным суткам.

И вот в 1954 году счетчиковые телескопы японских ученых Секида, Иосида и Камия отметили явный всплеск интенсивности космических лучей примерно в 5 часов 30 минут по звездному времени.

Есть звездный источник космических лучей! Тщательные наблюдения даже показали направление, с которого как будто приходит поток гамма-квантов. Это было созвездие Ориона.

Источник космического излучения с первого дня проявил себя непостоянным и капризным. Его интенсивность быстро падала весь 1954 год. Потом она колебалась, постепенно снижаясь два года, пока не сошла на нет. Это случилось в конце 1956 года.

Но ученые не теряли надежды. Они ждали. Они искали среди звезд Ориона ту, которая могла посыпать мощный поток гамма-квантов. И удача как будто улыбнулась им. Космофизик Мураяма на Международной конференции по космическим лучам сообщил, что подозреваемая — звезда W-Ориона. Звезда оказалась слабопеременной. Японцы изучили по старым фотоснимкам колебания яркости этой звезды, составили их график за несколько лет и «положили» рядом кривую изменений таинственного потока. Кривые почти совпали! То же падение интенсивности в 1954 году, колебания до 1956 года. Даже в 1957—1958 годах слабые, близкие к ошибке измерений всплески космического излучения в точности повторяли все колебания блеска W-Ориона. Но наступил 1959 год. Яркость звезды стала расти, а поток космических лучей с периодом в одни звездные сутки так и не появился.

Что это было?

Оказывается, подобных несоставшихся открытий источников космических лучей было уже немало. Самое интересное,

что эти открытия часто в опишащие противоречили друг другу и не подтверждались при проверочных наблюдениях.

Помните, мы говорили об айсберг-эффекте, опасности, подживающей ученых в тот момент, когда они переходят от сбора фактов к обобщениям? Видимо, и здесь было что-то подобное. Ошибка состояла в том, что за достоверную вариацию принималось случайное отклонение числа частиц от «среднего».

Тут вступают в действие законы статистики. Это знакомо социологам: чтобы вернее судить, скажем, о том, сколько семей предпочитает готовить обеды из полуфабрикатов, а сколько вообще получают готовые обеды, нужно опрашивать возможно большее число хозяек. Чем меньше группа опрошенных, тем случайнее результаты опроса, тем меньше оснований выводить из них какую-то закономерность.

Именно так и получилось с многократно открытыми суточными вариациями космических лучей в 30-е годы. Площади приборов были малы, и они могли «опросить» только небольшое число небесных гостей. С опытами японцев дело обстоит сложнее. Может быть, действительно, один точечный источник гамма-квантов, настолько мощный, что он вызывал суточную вариацию, ненадолго появился в нашем небе. Но в принципе такая случайность вопроса не решает.

Гамма-квантовая теория космических лучей не подтвердилась. Это был важный научный результат. Но из него был сделан ошибочный вывод. Было решено, что солнечно- и звездно-суточных ритмов в потоке космических лучей вообще нет. Получалось, что этот поток равномерно, как говорят ученые — изотропно, обдувает планету со всех сторон.

Так кто же они?

Что-то тщательно перемешивает, рассеивает первичные космические лучи во Вселенной. Что же? Тут долгих гаданий не было. Довольно скоро восторжествовала точка зрения, что это «что-то» — магнитные поля космоса, Солнца, а сами первичные космические лучи — это заряженные частицы.

Но в науке даже очевидные выводы нуждаются в проверке. Как это сделать? До дна атмосферного океана первичные лучи не доходят, а вторичные вроде бы ни о чем не говорят: ведь они одинаково выбиваются из атомов атмосферы и частицами, и гамма-квантами. А межпланетных станций, спутников тогда еще не было.

И тут снова на помощь пришла вариация космических лучей, на этот раз пространственная. Космические лучи не одинаково интенсивно бомбардируют разные широты Земли.

Еще в начале века норвежец Штермер предсказал так называемый широтный эффект.

Земля — большой двухполюсный магнит. Его магнитное поле отклоняет заряженные частицы. Ближе к экватору частицам с трудом удается пробиться к поверхности Земли: здесь им трудно преодолеть сопротивление мощного пучка силовых линий земного магнита, барьером вставших на их пути. Ближе к полюсам магнитные силовые линии как бы «втыкаются» в Землю. И по ним, как по рельсам, частицы довольно легко приближаются к планете. Отсюда и закономерность, предсказанная Штермером: в район экватора могут пробиться только редкие, энергичные частицы. Уже в районе Москвы отбор в 7 раз менее строг. А около Мурманска частица с энергией в 150 раз меньшей, чем у «экваториальной» частицы, может долететь до атмосферы и вызвать в ней ливень вторичных космических лучей.

Научные суда, десятки станций северного и южного полушарий, приборы на самолетах «ловили» этот эффект. И обнаружили его. Значит, действительно частицы. Но какие? Оказывается, и это можно было определить во времена, предшествовавшие космической эре. Заряженные частицы заворачиваются магнитным полем, причем так: положительные должны влетать в атмосферу в основном с запада, а отрицательные с востока.

Снова тщательные измерения на десятках станций. Результат: «ветер» космических лучей с запада явно, как говорится, довлеет над «ветром» с востока. Итак, первичные космические лучи имеют положительный заряд. Это ядра разных атомов: водорода (протоны), гелия, лития, кальция и т. д.

Уже в эру спутников выяснилось, что есть в космических лучах и электроны, и (все-таки!) гамма-кванты. Но немного: один-два процента того и другого.

Каждые сутки, в 18 часов

Итак, еще в 30-е годы стало ясно, что в пространстве, окружающем земной глобус, движение частиц космических лучей скорее похоже на хаотичное броуновское движение молекул воздуха в запертой комнате, чем на мощный сквозняк из открытой балконной двери...

И все же слабые «сквозняки» — не более процента от общего фона космического излучения — ученые надеялись зареги-стрировать. Чувствительность приборов довольно медленно, но упорно подбиралась к этой величине. Вот-вот счетчики должны были поймать наконец долгожданные суточные вариации — бесспорные и многое говорящие о структуре окружающего Землю пространства.

Почему же ученые, невзирая на крах гамма-квантовой теории космических лучей, ждали все-таки этих вариаций?

Снова представим себе Землю-глобус в наглухо запертой, без сквозняков, комнате. Порассуждаем.

Наш глобус не стоит на месте. Он мчится по кругу, по гравийной дорожке своей орбиты вокруг Солнца. И, как спортсмен, рассекающий воздух, он должен получать «ветер в лицо». Ветер космических лучей. Можно ли ощутить этот ветер?

У Земли нет лица. Она вертится вокруг собственной оси, и «лицом» ее служат все новые и новые меридианы. Каждая точка земной поверхности оказывается «впереди» в момент, когда она выныривает из ночи на линию восхода. Это 6 часов по местному времени.

Итак, остается искать эту шестичасовую вариацию космических лучей. Ее искали. И не нашли. Наоборот, оказалось, Земля получает не встречный «ветер» космических лучей, а на-гоняющий ее по орбите, подхлестывающий. И проявляет он себя в любой обсерватории Земли в момент, когда она, обсерватория, попадает на линию захода, примерно в 18 часов по местному времени.

Чем объяснить столь странное поведение сквозняка в нашей комнате — околосолнечном пространстве?

Все дело в том, что частицы космических лучей не нейтральны, как молекулы, а электрически заряжены. Причем положительно заряжены. И когда потоки солнечной плазмы с огромной скоростью летят прочь от светила, вдоль магнитных силовых линий Солнца, в межпланетном пространстве возникает электрическое поле, перпендикулярное магнитному полю. Положительные частицы космических лучей, летящие с запада, с вечерней стороны, в этом поле ускоряются, а те, что летят с востока, с шестичасового направления, замедляются.

Возможен еще один механизм восемнадцатичасовой вариации. Представим себе все ту же комнату без сквозняков, где летит по кругу вокруг Солнца глобус-Земля. Солнцем пусть служит шар, укрепленный на врачающемся диске патефона. Ведь Солнце тоже вертится вокруг своей оси.

Пусть к вращающемуся шару — Солнцу прикреплены длинные нити. Это — силовые линии магнитного поля Солнца. Они вращаются вслед за вращением светила и на орбите Земли движутся быстрее, чем наша планета. Ведь Солнце делает оборот за месяц, а Земля обегает свою «гаревую дорожку» за год.

Нити догоняют, подхлестывают земной шарик, обгоняют его. А ведь в космосе к силовым линиям «привязаны» заряженные частицы космических лучей.

По спиралям

Это еще не все о восемнадцатичасовой вариации космических лучей. Но позволим себе небольшой перерыв. Вспомним, что помимо суточных ритмов жизнью околосолнечного космоса управляет главный ритм, одиннадцатилетний цикл солнечной активности. Как к нему относятся космические лучи? А это смотря какие.

Главная часть космических лучей приходит к нам из Галактики. Некоторые частицы, самые энергичные, возможно, внегалактического происхождения.

А иногда, в максимумы своего одиннадцатилетнего цикла, Солнце после мощных хромосферных вспышек наводняет всю планетную систему своими собственными, малоэнергичными, но изобильными космическими лучами. Околосолнечный космос становится опасно радиоактивным для космонавтов. Поэтому вспышки — это серьезная угроза межпланетному сообщению.

Но все ли вспышки одинаково опасны? Если бы это было так, то в годы максимума одиннадцатилетнего ритма солнечной деятельности космос был бы просто закрыт для всяких полетов.

Годы тщательных наблюдений на десятках космостанций планеты. Таблицы, длинные колонки цифр. И уверенный вывод: особо опасные потоки солнечных космических лучей приходят в окрестности нашей планеты только в одном случае: если вспышка произошла в западной части солнечного диска.

Наш вращающийся шар с привязанными нитями лишь очень приблизительно напоминает Солнце с силовыми линиями его магнитного поля. Эти линии действительно уходят далеко в пространство, они следуют за вращением светила. Но при этом они изгибаются в спираль, слегка отставая все же на концах от этого вращения. Примерно так изогнется струя воды, если — представьте себе такой случай, — поливая из шланга газон, вы начнете быстро вертеться вокруг своей оси.

Частицы несутся по изогнутым в спираль силовым линиям.

А силовая линия Солнце — Земля всегда начинается на западном краю светила и подходит к планете, изогнувшись в пространстве плавной дугой. И сейчас, зная все это, ученые безошибочно могут предсказать, насколько опасна та или иная вспышка для космонавта.

А вот теперь можно снова вернуться к восемнадцатичасовой вариации космических лучей.

Сравнения имеют обыкновение хромать. И шар с нитями, и шланг с водой — все это похоже на Солнце весьма относительно. И стройная картина магнитной солнечной короны со спиралями силовых линий соответствует реальному околосолнечному пространству лишь приблизительно.

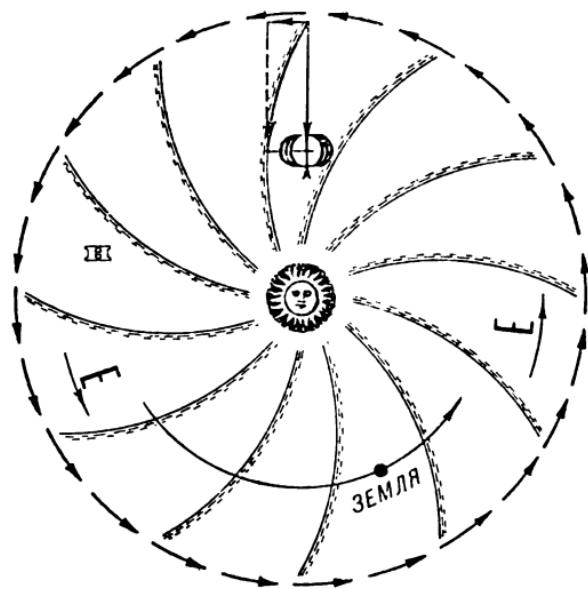
Солнечный ветер — поток заряженных частиц от Солнца вместе с «пузырьками» — дефектами, нарушениями регулярного, однородного магнитного поля дует то ровно, то порывами от Солнца, стремясь при этом двигаться «незаконно», не по спирали, а напрямик, по радиусу.

Солнечный ветер выдувает галактические космические лучи, оттесня их на задворки планетной системы — тем дальше, чем он сильнее.

Но вот его напор ослабевает, и упругая граница между ослабевшим солнечным ветром и напирающим галактическим фоном космического излучения начинает возвращаться к Солнцу. Возникает сравнительно медленный поток космических лучей. Он-то, медлительный и неуверенный, уже обязательно течет по магнитным рельсам силовых линий солнечного магнита. А поскольку рельсы спиральные, галактические космические лучи идут к Солнцу не прямо, а под углом. Можно разложить этот поток на две составляющие (помните параллелограмм сил из школьного учебника?). Одну составляющую, направленную к Солнцу, почти полностью уравновешивает ослабевший, но все же дующий навстречу солнечный ветер. А вторая составляющая, направленная по окружности с запада на восток, вслед за вращением Земли, ничем не гасится. И тоже образует суточный ритм космических лучей — вариацию с максимумом в 18 часов по местному времени.

В ритме Луны

В 1957—1959 годах, в прошлый максимум активности нашего Солнца, ученые всех стран проводили Международный геофизический год. Очень важно было знать, как ведут себя все детали земного механизма «в жестком режиме», когда Солнце



Так создается подхлестывающий поток космических лучей, догоняющих на орбите Землю. Частицы дрейфуют в электрическом поле (Е). Космические лучи во время ослабления солнечной активности движутся по спиралям разорванных силовых линий магнитного поля Солнца. При этом поток космических лучей раскладывается на две составляющие. Первая, направленная по радиусу к Солнцу, полностью гасится встречным солнечным ветром, вторая, перпендикулярная к первой, тоже добавляет свою толику в вечерний всплеск космического излучения. Кроме того, вся магнитная сверхкорона Солнца (Н) обгоняет Землю в ее орбитальном беге и тоже как бы подстегивает ее сзади

непрерывно обстреливает Землю мощными сгустками заряженных частиц, переплетенных обрывками своего магнитного поля.

Тогда-то космики уточнили многие свои представления о солнечносуточных вариациях космических лучей. И однажды среди солнечносуточных всплесков западногерманские ученые обнаружили вариацию с лунносуточным периодом, более длинным, чем солнечные сутки. Движение Луны по небу оказывало влияние на поток космических лучей — слабое, но несомненное.

Открытие лунносуточной вариации удивляло. Очень уж трудно было подобрать механизм, который бы объяснял ее. Первая мысль была: Луна заслоняет какой-то, пусть небольшой, участок неба. Ну а поскольку в среднем источник космических лучей — все небо, то от Луны должна падать на Землю «тень».

Но простой подсчет показал, что теневой эффект от Луны, хотя он и может существовать, не должен превышать примерно одной сотой от реальной лунносуточной вариации.

А что, если у Луны есть магнитное поле? И оно, как магнитная линза на нашем небе, рассеивает космические лучи, идущие к Земле? И опять подсчеты показали, что поля Луны было бы недостаточно, чтобы объяснить даже малую часть лунносуточной вариации. А вскоре мимо Луны пролетел очередной советский спутник и доложил: нет у Луны магнитного поля!

И тогда вспомнили о приливах. Советские ученые предположили, что приливная сила Луны не только приподнимает воду в океанах, не только вызывает в твердой толще Земли волну, незаметно прокатывающуюся каждый день под нашими ногами, не только волнует воздушный океан нашей планеты, но и поднимает на значительную высоту электрическое небо нашей планеты — ионосферу. Размах приливной волны, прокатывающейся по слою ионосферы (его высота над Землей — 280 километров), достигает, например, над Индией 15 километров!

И если магнитные силовые линии поля Земли проходят через нижние слои воздушного океана, безразличные к окружающей среде, то в ионосфере другое дело. Между заряженными частицами и силовыми линиями — тесная взаимосвязь. Частицы «привязаны» к магнитным силовым линиям, а линии в свою очередь — к частицам ионосферы. И когда проходит приливная волна по ионосфере, она проходит тем самым и по силовым линиям, пронизывающим ионосферу. Они приподнимаются, меняется фигура магнитного поля планеты. Космические же лучи «чувствуют» это, реагируют изменением своей интенсивности.

Конечно, и этот механизм лунносуточной вариации — пока всего лишь гипотеза, чреватая, не исключено, своим «айсберг-эффектом». Но я уже предупреждал, что гипотетического в книге о ритмах Земли будет много. Это, кстати, говорит о том, что создание цельного учения о ритмике окружающего нас мира — дело будущего. Но будущего, основы которого заложены уже сегодня.

Центр Галактики — Солнце — далее везде

Ну а звездно-суточная вариация космических лучей? Она так и не найдена?

Ученые считают, что энергичные космические лучи образуются при вспышках сверхновых звезд и некоторых других космических катализмах. Это значит, что они рождаются там, где есть звезды, и текут, рассеиваясь, меняя направление из-за магнитных ловушек космоса, но неуклонно туда, где космических лучей меньше, в «пустые» пространства между звездными скоплениями.

Наша Галактика — колоссальная звездная система, и в ней должен существовать поток, диффузия космических лучей, направленный из густо заселенного звездами центра к краям и далее в открытый космос.

И на этом пути поток галактических космических лучей неизбежно должен пройти через Солнечную систему, расположенную с краю Галактики. Этот-то поток и предстояло нашупать космикам.

Задача не из легких. Мы уже знаем, что в окрестностях нашей планеты хозяйничают Солнце, его магнитные поля, его «ветер». Для прямого потока частиц из Галактики все это серьезные преграды.

Но в одиннадцатилетнем ритме солнечной активности бывают и спады, когда солнечный ветер ослабевает и частицы не рассеиваются в пространстве на магнитных клубочках, сгустках частиц, выброшенных Солнцем во время вспышек. Начало такого спокойного периода пришлось на весну 1954 года. И приборы космиков отметили-таки слабую вариацию, всплеск с максимумом в 6 часов утра. Судя по всему, частицы, давшие этот всплеск, были энергичными, на производство таких Солнце не способно.

Пришло лето, и утренний всплеск стал полночным и продолжал смещаться, пока осенью не стал восемнадцатичасовым, сильно ослабнув. А зимой его следы затерялись в хаосе ливней от обычного фона космического излучения.

Это был звездный источник космических лучей, ибо звездное время его появления оставалось неизменным. Он был наиболее четок летом, значит, именно летом Земля была к нему «ближе» всего. Зимой же, наоборот, между звездным источником и нашей планетой оказалось Солнце и все бурное около-солнечное пространство.

И если W-Ориона «замолчал» как будто навсегда, 1964 год,

новый Год спокойного Солнца, подтвердил существование нового источника космических лучей. Что же это за источник?

Каждый меридиан Земли летом в полночь, весной утром, осенью вечером пересекает прямую Земля — центр Галактики. Так было найдено предсказанное заранее космическое излучение Галактики во внешнее пространство.

Путь на «Космос»

С Женей Коломейцем, заведующим лабораторией космических лучей Казахского государственного университета, мы ехали в горы Заилийского Алатау. Впереди была высокогорная космостанция, где физики-ядерщики круглые сутки сторожили приход странников Вселенной. Вокруг высились горы, прекрасные в лучах белого светила, затаившие в себе грозную опасность. В своем молчаливом заговоре горы были как бы союзниками Солнца — начинался новый подъем солнечной активности. Алма-Ата жила в те дни ожиданием селя — грязекаменного потока с подтаявших ледниковых морен. Справа от шоссе мелькали то и дело стандартные желтые щиты: «Горисполком предупреждает население... Опасно... Возможен сель». Иногда в колючих зарослях видны были таблички поменьше: «В случае селя выходи на склон».

Была жара. Снежные вершины дразнили прохладной белизной. Но ее, этой белизны, с каждым днем становилось все меньше — и все больше черноты мокрых скал. Вечные снега таяли. Грозно ревели вздувшиеся от большой воды реки, ручьи и ручейки. Арыки в городе наполнились до краев. Дрожали, натягиваясь, струны автоматических приборов, сторожащих в ущельях селевую беду.

Газеты тогда пестрели сообщениями о стихийных бедствиях в разных концах Земли. Ураганы, торнадо, наводнения...

Не была ли связана эта волна бедствий с резким повышением активности Солнца? Этот вопрос задавали себе ученые самых разных специальностей. А по гипотезе американского физика Нея (о ней вы читали в главе «В небе Солнца»), посредником при воздействии Солнца на погоду и климат являются именно космические лучи...

Алма-Ата ждала Большого Взрыва. Он должен был навеки закрыть путь селевой опасности.

Космики Алмаатинского университета под шумок хотели по-своему использовать штольни, предназначенные под неви-

данный в мире заряд взрывчатки, засунуть в самое сердце гор свои приборы — скальная толща при этом заработала бы как естественный фильтр, процеживающий и сортирующий космические лучи по энергиям. Женя Коломеец показал мне тогда зарешеченные отверстия штолен, готовых принять взрывчатку.

Два взрыва прогремели в урочище Медео — один осенью, другой весной следующего года. Угроза была отведена.

Чтобы добраться от Алма-Аты до «Космоса» (так называют «свои» Тяньшаньскую высокогорную станцию космических лучей), нам потребовалось несколько больше времени, чем читателю — чтобы прочесть эту заключительную, довольно длинную главу.

3340 метров над уровнем моря. Вокруг — острые пики одного из «молодых», растущих хребтов Земли. По предсказанию ученых, через полмиллиона этак лет этот хребет сравняется по высоте с высочайшими горными системами — Памиром, Гималаями. Рост этот продолжается. Перевал Джусалы-Кечень, на котором стоит космостанция, — это эпицентр знаменитого Верненского землетрясения, практически стершего Алма-Ату с лица Земли в начале века. Значит, прямо под моими ногами — глубинный разлом земной коры, где зреет, возможно, следующий сдвиг, который будет приведен в действие в надлежащий момент одним из тех многочисленных ритмов, о которых шла речь в этой книге.

На «Космосе» работают физики-ядерщики. Их мало заботит устройство межпланетного пространства, о котором рассказывают вариации космических лучей. Космос для них вроде дарового природного источника и ускорителя ядерных частиц. А цель их работы — исследование микрокосма, мира элементарных частиц.

Если когда-нибудь будет написана большая книга обо всей системе ритмов мира, она должна будет начаться с элементарных частиц — и ими же закончиться. Ибо, чем дальше в глубь материи, тем ярче выявляется волновая ее сущность. А когда речь заходит о таких мельчайших частицах, как фотон, тут можно говорить о «дуализме» частиц. Фотон — это частица и волна одновременно. А электроны видимого света, гамма-излучения, инфракрасного, радиодиапазона — это в то же время просто волны разной частоты.

Можно, говорят, с точки зрения физика-ядерщика, описать как дуалистическое образование даже земной шар. Только от волны в нем будет совсем немного...

От великого до ничтожного... Большой мир, космос, обязан многими своими ритмами микромиру. Взрывы Сверхновых — это, по мнению профессора Д. А. Франк-Каменецкого, нарушение равновесия в недрах особых звезд, звезд, состоящих из смеси частиц и античастиц. Существование заклятых врагов возможно, но не вечно. Взрыв — и космос наполняется теми самыми сверхтяжелыми и сверхэнергичными частицами космических лучей, за которыми охотятся космики на Тянь-Шане.

Мир звезд только кажется разнообразным. Процессы, породившие их, отличались ритмическим однообразием. В среднем звезды равны по массе Солнцу. Отклонения есть, но небольшие. Самые малые звезды — больше одной десятой Солнца, а самые большие — меньше 75 солнц.

Других звезд нет. Нет, потому что в уравнение, описывающее устойчивость звезды, входит такое число, как масса протона. Только если бы протон был меньше, чем он есть, звезды могли бы достигать большей величины. Круг замыкается.

Еще не построена единая многоритмичная кривая, на которую легли бы все образования известного нам мира — от элементарнейших частиц до галактик. Но попытки эти уже делаются. Советский географ В. В. Пиотровский попробовал построить такой ряд для форм земного рельефа. Рябь на ископаемом сланце, бархан и горный хребет, земное ядро и земной шар легли на геометрическую прогрессию. Оказалось, на Земле устойчивы только определенные размеры форм рельефа, связанные с размером Земли и друг с другом через посредство числа π . Дискретность, географические кванты — так можно говорить об этих ритмах рельефа. Как об элементарных частицах. В основе всех географических форм — волновые процессы. Такой вывод можно сделать из работ В. В. Пиотровского.

По вечерам космики на Тянь-Шане спорят до хрипоты о какой-то очередной частице. Или о снежном человеке. Или еще о чем-нибудь. Не знаю, работает ли там все еще Марат, физик и поэт. Но если работает и сейчас его дежурство, он наверняка украдкой пишет стихи. В них горы, Солнце. И космические лучи.

«На границе хребтов и небес космостанции люди расставили. Там, где желтый цветет эдельвейс, охраняется космос за-

ставами. Пограничник — стажер-практикант, ждет он гостя, упрям и решителен. Гость способен без виз проникать, протекать в этот мир нарушителем... И слетит с электрода разряд. Он помчится погонею высланной. И мерцания ламп озарят заключенного в камере Вильсона. Но отыщется общий язык. Невиновным предстанет подследственный. К нам не враг, а бродяга проник, любознательный и непосредственный. Он расскажет о гибели звезд, о вселенских законах-обычаях, о трильонах космических верст — и вещей незнакомом обличии... Все светлей пограничная высь, скалы стали синей и скуластее. Здесь живет не враждебность, а мысль — и с Природой союз и согласие».

(Из лабораторного журнала Марата)

Послесловие

«Ритмы нашего мира»... Еще недавно, всего несколько лет назад, такое название показалось бы малопонятным даже ученым, не говоря уже о широком круге читателей.

Сейчас положение сильно изменилось. Ритмичность природных процессов, ее проявления в окружающей нас географической среде, ее закономерности, а вместе с тем и возможность предвидеть будущие изменения этой среды все больше и больше привлекают к себе внимание.

Ритмичность — одно из наиболее ярких и широко распространенных явлений, присущих географической среде. Начиная с суток, через сезоны года, через десятилетия и столетия к тысячелетиям и миллионам лет, ритмы, как четкие периоды или расплывчатые циклы, неизменно сопровождают развитие земной оболочки.

Ритмы свойственны и явлениям неорганической природы, и явлениям биологическим, причем ритмичность последних зависит от первых и неразрывно с ними связана.

Периодические — суточные, сезонные, годовые — ритмы привлекли внимание людей еще на самых первых ступенях сознательного восприятия ими природных явлений; человек видел и их непосредственную причину — Солнце и обожествил его.

Постепенно появился интерес к Луне и ее фазам, от кото-

ных зависели затмения. Так, уже у древних халдеев были известны периоды «большой» и «малый» Сарос (первый длительностью 18—19 лет, второй — 9—10 лет), игравшие в их религиозных обрядах, а через них и в жизненном укладе большую роль.

Солнце, Луна и вообще условия обращения Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли, то есть закономерности взаимного положения этих трех небесных тел, действительно повинны в большинстве природных ритмов. Они приводят к периодической изменчивости в условиях облучения Земли солнечной радиацией и в интенсивности приливообразующих сил, что в свою очередь влияет на состояние всех элементов географической среды.

Ритмы изменчивости параметров взаимного положения Земли, Солнца и Луны по своему происхождению обладают свойствами «периодов», то есть возникают в весьма точных пределах времени и каждый — в пределах одной амплитуды по мощности его воздействия на Землю. Они определяют условия охлаждения и потепления высоких широт земного шара, с чем в свою очередь связаны некоторые ритмы развития оледенения, а также крупные климатические колебания. Но ритмы этих явлений уже не столь строги и отчетливы, как вызывающие их периодические ритмы параметров взаимного положения Солнца, Земли и Луны.

Другой фактор возникновения ритмических природных процессов — циклические, то есть не строгие во времени и различные по мощности колебания коротковолновой ультрафиолетовой радиации Солнца, называемые солнечной активностью. Один из хорошо известных и изученных циклов — одиннадцатилетний цикл «солнечных пятен», амплитуда которого колеблется в пределах от 7—8 до 14—15 лет.

Природные явления, возникающие и повторяющиеся как бы в виде некоторых временных волн, то есть ритмически, от чего бы они ни зависели, властно вторгались в жизнь как первобытного человека, так и организованного человеческого общества.

Прежде всего это землетрясения и вулканические извержения, деятельность которых во многих районах земного шара обладает ярко выраженной ритмичностью. И те и другие часто вызывают крупные катастрофы и потому не могли и не могут оставаться вне внимания человека. Достаточно вспомнить крупнейшие землетрясения последних лет, причинившие огромный ущерб.

Далее, это «климатические волны», когда более теплый и сухой климат в течение ряда лет довольно энергично сменяется прохладным и влажным. В горных районах такие смены климата влекут за собой как бы внезапные, а на самом деле скрыто подготовленные заранее наступления ледников, иногда весьма катастрофические, а также бурные наводнения на горных реках и озерах. На равнинных территориях такие «климатические волны» приводят то к усыханию рек и озер, то к наводнениям.

Хорошо известно, что и в биологическом мире есть много явлений, имеющих ритмический характер, и многие из них непосредственно влияют на человеческую деятельность. Это, например, волнообразные миграции рыб в морях и даже в больших озерах (как, например, Арал, Каспий и другие), миграции белки, песца, леммингов и некоторых других животных, нашествия грызунов, налеты саранчи и т. д.

По мере развития человеческого общества и повышения уровня знаний человек обращал все большее внимание на ритмичность природных явлений, стремясь научиться предвидеть их и предотвращать их неблагоприятные последствия или наилучшим образом воспользоваться благоприятными.

В предлагаемой вниманию читателей научно-популярной книге А. Гангнуса рассматривается целый ряд явлений, свойственных географической среде и зачастую выражавшихся в виде отчетливых ритмических колебаний.

Научно-популярная литература очень нуждается в присутствии у автора известной доли фантазии. А. Гангнус, несомненно, ею обладает, причем в объеме и форме, которые укрепляют его позиции в изложении тех или иных гипотез, идей,

теорий и просто интересных мыслей, стремящихся к предвидению того, что сейчас нам еще совсем неясно.

Выбранная автором тема, необходимость популяризации которой давно назрела, яркое и образное изложение материала, хорошее представление о предмете, о котором пишет автор, его знакомство с весьма обширной и разнообразной литературой, несомненно, будут способствовать успеху книги у читателей, которые получат из нее новые интересные и содержательные представления о явлениях, происходящих в окружающем нас мире.

*Доктор географических наук
А. В. Шнитников*

Оглавление

Вместо пролога. Навстречу северной Авроры 3

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

В небе Солнца	25
Солнце — Земля	—
Планеты — Солнце	31
Век страшных зим	35
Морское легкое	—
Сверххитмы подлунного мира	38
Кто такая Сцилла?	39
Как оно было	43
Трудная жизнь на земном волчке	46
Как вам вертится?	—
А Земля вращается со скрипом	48
Реки движутся на север	51
Природные климатографы	52
Еще кое-что о приливах	55
400 суток в году	—
Приливы в воздушном океане	60
Из грязи в князи	63
Сходство или родство?	—
Вулкан-замарашка	64
Снова приливы...	66
Пламя очага и кипение кастрюли	67
Нефть из магмы?	69
Законы Перре	72

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Наш хрупкий магнитный дом	75
Непостоянство магнита земного	—
О чем думает геофизик, глядя на древние черепки	77

Образец из Дманиси	78
Магнитная летопись	80
И придет юг на север и север на юг	82
О виртуальных полюсах, о том, как они путешествуют порознь и как встречаются, чтобы больше никогда не разлучаться	84
Колеса земного механизма	86
Электрическое динамо в центре Земли	88
Все выше, и выше, и выше	90
Растут ли камни?	—
Наше бурное, бурное время	93
А что потом?	96
Пульсирующая Земля	100
Земля-сердце	—
Земля-колокол	103
Критические параллели	106
Ad sidera visum	112
Галактический год	—
Дефект земной массы	116
Пульсирующий космос	117
Вместо эпилога. Путь на «Космос»	121
Полезная ошибка	123
Сказка о W-Ориона	—
Так кто же они?	125
Каждые сутки, в 18 часов	126
По спиралям	128
В ритме Луны	129
Центр Галактики — Солнце — далее везде	132
Путь на «Космос»	133
Послесловие	137

Гангнус А.

Г 19 Ритмы нашего мира (О цикличности природных процессов). М., «Мысль», 1971.
142 с. с илл. и карт.; 4 л. илл.

Пустыня Сахара была когда-то житницей античного мира, а всего тысячу лет назад Северный океан не был ледовитым. Грязевые вулканы, младшие собратья великих огнедышащих гор, извергаются в соответствии с взаимным расположением в космическом пространстве Солнца, Луны и Земли. Энергия, питающая полярные сияния, черпается из энергии вращения «земного волчка»... В мир увлекательных гипотез, связывающих воедино природные процессы на нашей планете и сложную жизнь космоса, вводит читателя эта книга.

Гангнус Александр Александрович

РИТМЫ НАШЕГО МИРА

(О цикличности природных процессов)

Редактор *Т. М. Галицкая*

Младший редактор *С. И. Ларичева*

Художественный редактор *С. М. Полесицкая*

Технический редактор *Г. И. Смирнов*

Корректор *Т. М. Шпиленко*

Сдано в набор 30 июня 1970 г. Подписано в печать
20 ноября 1970 г. Формат бумаги 60×84¹/₁₆, № 2. Усл.
печатных листов 8,84 с вкл. Учетно-издательских листов
8,48 с вкл. Тираж 40 000 экз. А07563. Цена 32 коп.
Заказ № 1213.

Издательство «Мысль».
Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова
Главполиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров СССР.
Москва, М-54, Валовая, 28.



32 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
• МЫСЛЬ •

